

# **SKRIPSI**

**STUDI PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN  
PADA RUAS JALAN MAKBOEL – POLAGAN  
KABUPATEN SAMPANG, PROVINSI JAWA TIMUR**



**Disusun Oleh:**

**IKA SEPTIHANI SUNITASARI**  
**13 21 077**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2017**

## ABSTRAK

Nama : Ika Septihani Sunitasari, 2013, **STUDI PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN PADA RUAS JALAN MAKBOEL-POLAGAN, KABUPATEN SAMPANG PROVINSI JAWA TIMUR**, Dosen Pembimbing I : **Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT**, Dosen Pembimbing II : **Ir. Agus Prajitno, MT**.

---

---

Ruas jalan Makboel – Polagan dibangun pada tahun 2011 dengan panjang 1,781 km dan lebar 6 m dengan menggunakan konstruksi perkerasan lentur, dimana jalan tersebut merupakan salah satu jalan alternatif menuju Kabupaten Pamekasan. Jalan Makboel – Polagan ini merupakan jalan kabupaten, berdasarkan fungsinya jalan ini merupakan jalan lokal dan kelas III. Namun hanya berselang 3 tahun, jalan Makboel – Polagan sudah mengalami kerusakan. Dimana sekarang ini, kondisi eksisting jalannya rusak parah dan berbahaya untuk para pengguna jalan khususnya pengendara sepeda motor. Hal ini dikarenakan oleh kendaraan besar yang melintasi jalan Makboel – Polagan ini bermuatan berlebih dan tidak sesuai dengan kapasitas kelas jalan, yang mengakibatkan overload pada jalan Makboel – Polagan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pada ruas Makboel – Polagan akan direncanakan peningkatan kelas jalan dari kelas III menjadi kelas II dan juga pelebaran jalan.

Data yang digunakan dalam studi perencanaan berupa data sekunder. Data volume lalu lintas tahun 2013, 2014 dan 2015 diperoleh dari Dinas Bina Marga Kab. Sampang, Prov. Jawa Timur, data CBR tanah diperoleh dari Hirfi Studio, data gambar perencanaan jalan dan data harga satuan bahan, upah dan peralatan jalan tahun 2016 diperoleh dari Dinas Bina Marga Kab. Sampang, Prov. Jawa Timur, sedangkan untuk data curah hujan tahun 2010 sampai tahun 2015 diperoleh dari BPS Kab. Sampang Prov. Jawa Timur. Metode yang digunakan dalam studi perencanaan ini adalah metode bina marga yang berpatokan pada SKBI tahun 1987. Perencanaan yang dilakukan meliputi perencanaan tebal perkerasan lentur serta perkiraan rencana anggaran biayanya atau estimasi biaya proyek tersebut. Untuk analisa rencana anggaran biayanya berpatokan pada Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang pekerjaan Umum berdasarkan Permen PUPR Republik Indonesia no 28/PRT/M/2016.

Hasil perencanaan perkerasan lentur ini terbagi tiga segmen. Pada segmen 1 memiliki CBR sebesar 6,35 % dimana pada lapis permukaan menggunakan laston atau aspal lapis beton (MS 744) dengan ketebalan sebesar 7,8 cm dan dibulatkan menjadi 8 cm, sedangkan Pada segmen 2 memiliki CBR sebesar 5,16 % dengan tebal permukaan 8 cm, dan pada segmen 3 memiliki CBR sebesar 9,41 % dengan tebal permukaan 7,5 cm. Di ketiga segmen menggunakan lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah dengan ketebalan yang sama, yaitu pada lapis pondasi atas menggunakan batu pecah (batu pecah CBR 80%) dengan ketebalan 20 cm dan lapis pondasi bawah menggunakan pasir batu atau sirtu (sirtu CBR 50%) dengan ketebalan 25 cm, dengan panjang jalan 1.781 m. Namun dilapangan kenyataannya semakin banyak segmen dengan ketebalan yang berbeda, semakin susah dalam pengerjaannya. Oleh karena itu, untuk mempermudah dalam pengerjaan dilapangan, pada segmen 1, segmen 2 dan segmen 3 tebal lapis permukaan dijadikan satu segmen saja, dengan ketebalan 8 cm. Dari hasil analisa rencana anggaran biayanya diperoleh sebesar Rp.9,040,000,00.00 yang terbagi dalam 2 divisi pengerjaan dilapangan yaitu pekerjaan pendahuluan atau pekerjaan persiapan dan pekerjaan perkerasan.

**Kata Kunci : Perkerasan Lentur, Tebal Perkerasan, Biaya**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan karunia, rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyusun skripsi ini yang berjudul “**Studi Perencanaan Peningkatan Jalan Pada Ruas Jalan Makboel– Polagan Kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur**” ini tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan serta saran-saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis tak lupa menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak **Ir. Sudirman Indra, M.Sc** selaku DEKAN Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang
2. Bapak **Ir. A. Agus Santosa, MT** selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang
3. Bapak **Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT** sebagai dosen pembimbing I yang telah banyak membantu dalam penyusunan Skripsi ini.
4. Bapak **Ir. Agus Prajitno, MT** sebagai dosen pembimbing II yang telah banyak membantu dalam penyusunan Skripsi ini.
5. **Bapak dan Ibu Dosen** Institut Teknologi Nasional Malang yang telah memberikan ilmu pengetahuannya yang menunjang dalam penyusunan dan selesainya Skripsi ini.
6. Rekan–rekan **Mahasiswa Teknik Sipil** Institut Teknologi Nasional Malang atas bantuan dan kerja sama dalam penyusunan Skripsi ini.

Laporan ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu diharapkan saran dan kritik dari para pembaca sekalian, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Segala kekurangan bersumber dari saya, dan segala kebaikan serta kesempurnaan datangnya hanya dari Allah SWT.

Malang,   Maret 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Lembar Persetujuan .....	ii
Lembar Pengesahan .....	iii
Pernyataan Keaslian .....	iv
Abstrak .....	v
Kata Pengantar .....	vi
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel .....	x
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Grafik .....	xiii

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	3
1.3 Rumusan Masalah .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Maksud dan Tujuan.....	4
1.6 Manfaat Studi .....	4
1.7 Sistematika Penulisan .....	5

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Terdahulu .....	7
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Klasifikasi Jalan .....	8
2.3 Perkerasan Jalan .....	11
2.4 Bagian-bagian Perkerasan Lentur .....	13
2.4.1 Lapis Permukaan ( <i>Rurface Course</i> ) .....	13
2.4.2 Lapis Pondasi Atas ( <i>Base Course</i> ) .....	15
2.4.3 Lapis Pondasi Bawah ( <i>Subbase Course</i> ) .....	16
2.4.4 Tanah Dasar ( <i>Subgrade</i> ) .....	16
2.5 Agregat .....	17
2.6 Aspal .....	18
2.7 Kriteria - kriteria Perkerasan Lentur .....	18
2.8 Perkerasan Lentur Metode Bina Marga .....	21
2.9 Rencana Anggaran Biaya.....	49

### **BAB III METODOLOGI STUDI**

3.1 Lokasi Studi .....	52
3.2 Metode Pengumpulan Data .....	53
3.3 Metode Analisa Studi .....	55
3.3.1 Kriteria Perencanaan .....	55
3.3.2 Metode Analisa Studi .....	55
3.4 Bagan Alir Studi Perencanaan .....	57

### **BAB IV PERENCANAAN PERKERASAN LENTUR**

4.1 Gambaran Umum Lokasi Studi.....	59
-------------------------------------	----

4.2	Pentapan Kriteria Teknis Jalan.....	59
4.3	Analisa Perkerasan .....	61
4.3.1	Analisa Lalulintas.....	61
4.3.2	Perhitungan CBR <sub>Desain</sub> .....	71
4.3.3	Menentukan Lapis Perkerasan .....	83

## **BAB V RENCANA ANGGARAN BIAYA**

5.1.	Umum .....	96
5.2.	Data Harga Satuan Dasar .....	97
5.3.	Perhitungan Koeisien Analisa .....	98
5.3.1	Pekerjaan Penyiapan .....	98
5.3.2	Pekerjaan Bahu Jalan .....	100
5.3.3	Pekerjaan Lapis Pondasi Bawah Sirtu Kelas B.....	103
5.3.4	Pekerjaan Lapis Pondasi Atas Batu Pecah Kelas B .....	106
5.3.5	Pekerjaan Lapis Permukaan Laston .....	109
5.4.	Perhitungan Volume Pekerjaan .....	112
5.5.	Analisa ( <i>Unit Price</i> ).....	115
5.6.	Rekapitulasi Biaya .....	117

## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

6.1.	Kesimpulan .....	118
6.2.	Saran .....	118

<b>DaftarPustaka.....</b>	<b>121</b>
---------------------------	------------

## **Lampiran-Lampiran**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Jumlah Jalur Berdasarkan Lebar Perkerasan .....	22
Tabel 2.2. Koefisien Distribusi Kendaraan ( C ).....	22
Tabel 2.3. Angka Ekuivalen ( E ) Beban Sumbu Kendaraan .....	23
Tabel 2.4. Perkiraan Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas .....	25
Tabel 2.5. Ekuivalen Mobil Penumpang.....	26
Tabel 2.6. Nilai R untuk Perhitungan CBR Segmen.....	33
Tabel 2.7. Faktor Regional.....	35
Tabel 2.8. Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana .....	36
Tabel 2.9. Indeks Permukaan Akhir Umur Rencana.....	37
Tabel 2.10. Koefisien Kekuatan Relatif Bahan.....	37
Tabel 2.11. Batas Minimum Tebal Lapisan Permukaan .....	39
Tabel 2.12. Batas Minimum Tebal Minimum Lapis Pondasi .....	39
Tabel 4.1. Lalulintas Harian Rata – Rata Jalan Makboel Pada Tahun 2013 Sampai Tahun 2015 .....	61
Tabel 4.2. Pertumbuhan Lalulintas Harian Rata – Rata Setiap Kendaraan Di Jalan Makboel Pada Tahun 2013 Sampai Tahun 2015 .....	62
Tabel 4.3. Kendaraan Bermotor di Kabupaten Sampang Pada Tahun 2012 Sampai Tahun 2014 .....	63
Tabel 4.4. Pertumbuhan Kendaraan di Kabuppaten Sampang Pada Tahun 2012 Sampai Tahun 2014.....	64
Tabel 4.5. Pertumbuhan Lalulintas Harian Rata – Rata (LHR) .....	65

Tabel 4.6. Perhitungan Angka Ekiivalen .....	67
Tabel 4.7. Perhitungan LEP, LEA, LET, LER.....	68
Tabel 4.8. Nilai CBR Dari Data Sekunder Pada Ruas Jalan Makboel – Polagan Dengan Interfal Jarak 100 Meter.....	71
Tabel 4.9. Pengujian DCP pada Sta 0+600 .....	71
Tabel 4.10. Nilai CBR Menggunakan Rumus dari Pedoman Bahan Kontruksi Sipil :20007 Pada Ruas Jalan Makboel – Polagan Dengan Interfal Jarak 100 Meter .....	72
Tabel 4.11. Nilai CBR Menggunakan Rumus dari NCDOT Pada Ruas Jalan Makboel – Polagan Dengan Interfal Jarak 100 Meter .....	73
Tabel 4.12. Perbandingan Hasil Perhitungan CBR dari rumus Log Model Yang Berbeda .....	75
Tabel 4.13. Nilai CBR Rencana Persegmen .....	83
Tabel 4.14. Data Curah Hujan Bulanan Kecamatan Sampang Thn.2010-2014.....	85
Tabel 4.15. Nilai DDT .....	87
Tabel 4.16. Hasi Penggunaan Nomogram 3 Dengan LER Umur Rencana 5thn ...	90
Tabel 4.17. Nilai D1 untuk Setiap Segmen Dengan Satuan Cm.....	83
Tabel 5.1. Informasi Kegiatan Pekerjaan .....	97
Tabel 5.2. Data Harga Satuan Dasar (HSD) Upah.....	97
Tabel 5.3. Daftar Harga Satuan Sewa Alat .....	98
Tabel 5.4. Volume Pekerjaan .....	115
Tabel 5.5. Analisa (Unit Price) Perkerasan Lentur Kabupaten Sampang .....	115
Tabel 5.6. Rencana Anggaran Biaya Perkerasan Lentur .....	117



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Penyebaran Beban Roda Kendaraan .....	12
Gambar 2.2. Susunan Lapisan Perkerasan .....	16
Gambar 2.3. Distribusi Beban Sumbu dari Berbagai jenis Kendaraan .....	24
Gambar 2.4. Alat Dynamic Cone Penetrometer ( DCP ) .....	30
Gambar 2.5. Alat Test Sand Cone .....	41
Gambar 2.6. Alat Pengujian CBR Lapangan .....	44
Gambar 3.1. Peta Kabupaten Sampang – Jawa Timur .....	52
Gambar 3.2. Peta Lokasi Perencanaan Jalan.....	53
Gambar 3.3. Diagram Alir Studi Perencanaan.....	57
Gambar 4.1. Sketsa Melintang Jalan.....	60
Gambar 4.2. Denah Lokasi CBR <sub>Segmen</sub> .....	78
Gambar 4.3. Korelasi DDT dan CBR untuk Segmen 1, 2 dan 3 .....	74
Gambar 4.4. Nilai ITP Berdasarkan Nomogram 3 Segmen 1 .....	87
Gambar 4.5. Nilai ITP Berdasarkan Nomogram 3 Segmen 2.....	88
Gambar 4.6. Nilai ITP Berdasarkan Nomogram 3 Segmen 3.....	89
Gambar 4.7. Lapisan Perkerasann Jalan Pada Segmen 1 .....	91
Gambar 4.8. Lapisan Perkerasann Jalan Pada Segmen 2 .....	91
Gambar 4.9. Lapisan Perkerasann Jalan Pada Segmen 3 .....	92
Gambar 4.10. Penampang Memanjang Jaan Dengan Skala Vertikal dan Skalla Horizontal yang Berbeda .....	94
Gambar 4.11. Penampang Melintang Jalan Pada Segmen 1, Segmen 2, dan Segmen 3 .....	94

## DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 4.1. Perbandingan Hasil Perhitungan CBR dari Rumus Log Model Yang Berbeda .....	76
Grafik 4.2. Pembagian Segmen.....	78
Grafik 4.3. Grafik Untuk Menentukan CBRsegmen 1 Dengan Cara Grafis Menurut Buku Perkerasan Lentur Jalan Raya .....	79
Grafik 4.4. Grafik Untuk Menentukan CBRsegmen 2 Dengan Cara Grafis Menurut Buku Perkerasan Lentur Jalan Raya .....	80
Grafik 4.5. Grafik Untuk Menentukan CBRsegmen 2 Dengan Cara Grafis Menurut Buku Perkerasan Lentur Jalan Raya .....	80

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Jalan merupakan suatu transportasi darat yang mempunyai peranan penting terhadap pembangunan dan pengembangan suatu wilayah sehingga memudahkan hubungan dari suatu wilayah ke wilayah sekitarnya. Maka dari itu lalu lintas di jalan raya harus terselenggarakan secara lancar dan aman sehingga pengangkutan berjalan dengan cepat, aman, tepat, efisien dan ekonomis. Untuk itu jalan raya harus memenuhi syarat-syarat menurut fungsinya, volume serta sifat lalulintas.

Pada ruas jalan Makboel - Polagan pada tahun 2011 telah dibangun jalan dengan menggunakan konstruksi perkerasan lentur, dimana jalan tersebut merupakan jalan alternatif yang menghubungkan Kabupaten Sampang dengan Kabupaten Pamekasan.

Berdasarkan fungsinya, jalan alternatif Makboel - Polagan ini merupakan jalan lokal dengan ciri perjalanan jarak pendek, kecepatan rata-rata sedang, lebar badan jalan tidak kurang dari 6 m. Berdasarkan statusnya, jalan Makboel - Polagan ini adalah jalan kabupaten, sedangkan berdasarkan kelasnya, jalan ini adalah jalan kelas III.

Dilihat dari kondisi eksisting jalannya, jalan ini rusak parah dan berbahaya untuk dilalui pengguna jalan. Hal ini diakibatkan oleh kendaraan -

kendaraan besar dengan muatan berlebih yang melalui jalan Makboel - Polagan, tidak sesuai dengan peraturan penggunaan jalan yang ditetapkan berdasarkan fungsi dan intensitas lalu lintas, guna kepentingan pengaturan penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas yang mengakibatkan overload.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pada ruas jalan Makbol – Polagan akan direncanakan peningkatan kelas jalan dari jalan kelas III menjadi jalan kelas II dan pelebaran jalan. Karena pada jalan kelas III hanya dapat dilalui kendaraan bermotor dengan lebar paling besar 2,1 meter, panjang paling besar 9 meter, tinggi paling besar 3,5 meter, dan muatan sumbu terberat 8 ton. Sedangkan pada jalan kelas II dapat dilalui kendaraan bermotor dengan lebar paling besar 2,5 meter, panjang paling besar 12 meter, tinggi paling besar 4,2 meter, dan muatan sumbu terberat 8 ton. Selain peningkatan kelas jalan, akan direncanakan perhitungan perencanaan tebal konstruksi perkerasan lentur dengan ketebalan yang sesuai dengan standart teknis jalan.

Dalam studi perencanaan peningkatan jalan ini selain menganalisa berapa tebal perkerasan yang sesuai, juga menganalisis berapa besar perkiraan biaya yang dibutuhkan jika menggunakan perkerasan lentur. Agar biaya yang nantinya dikeluarkan untuk pembangunan jalan ini lebih efektif dan efisien. Dengan latar belakang diatas, maka penulis menyusun skripsi dengan judul “STUDI PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN RUAS MAKBOEL – POLAGAN, KABUPATEN SAMPANG, PROVINSI JAWA TIMUR”.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka identifikasi masalah sebagai berikut :

1. Menghitung ketebalan konstruksi lapisan perkerasan lentur pada peningkatan jalan ruas Makboel - Polagan dengan metode Bina Marga.
2. Besar perkiraan biaya konstruksi yang dibutuhkan bila menggunakan perkerasan lentur.

## **1.3 Rumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapa ketebalan konstruksi lapisan perkerasan lentur pada peningkatan jalan ruas Makboel - Polagan dengan metode Bina Marga ?
2. Berapa besar perkiraan biaya konstruksi yang dibutuhkan bila menggunakan perkerasan lentur ?

## **1.4 Batasan Masalah**

Agar penelitian tidak terlalu luas dan dapat memberi arahan yang terfokus, sehingga studi dapat lebih teliti dan lebih mudah diselesaikan, maka perlu adanya pembatasan sebagai berikut :

1. Studi ini hanya membahas tebal pekerasan lentur pada perencanaan jalan Makboel – Polagan Kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur.

2. Studi ini hanya membahas perkiraan biaya dengan konstruksi perkerasan lentur pada perencanaan jalan Makboel – Polagan sepanjang 1,781 kilometer, Kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur,
3. Studi ini tidak membahas dan menghitung untuk pekerjaan galian, timbunan dan geometrik jalan.
4. Metode perencanaan yang digunakan adalah metode Bina Marga untuk merencanakan tebal perkerasan ( Analisa Komponen ).
5. Umur rencana perkerasan lentur ditentukan 5 tahun.

### **1.5 Maksud dan Tujuan**

Maksud dari penulisan skripsi ini adalah untuk merencanakan tebal perkerasan lentur dengan menggunakan metode Bina Marga, sedangkan tujuan dari penulisan ini adalah :

1. Untuk mengetahui tebal konstruksi perkerasan lentur yang sesuai pada peningkatan jalan ruas Makboel - Polagan dengan menggunakan metode Bina Marga.
2. Untuk mengetahui seberapa besar perkiraan biaya konstruksi yang dibutuhkan untuk pembangunan jalan Makboel - Polagan menggunakan perkerasan lentur.

### **1.6 Manfaat Studi**

Manfaat dari studi perencanaan perkerasan lentur ini akan dihasilkan suatu analisis mengenai konstruksi dan biaya perencanaan yang tepat dan sesuai dengan kondisi

tanah dasar yang dapat dijadikan bahan kajian / pertimbangan bagi semua pihak yang terkait dalam perencanaan dan pelaksanaan pengembangan jalan sehingga dapat diharapkan :

1. Peningkatan kualitas sumber daya manusia pelaksana proyek, konsultan dan kontraktor, supaya bisa mendapatkan konstruksi yang memuaskan
2. Keamanan, kenyamanan dan kelancaran pembangunan jalan dapat lebih ditingkatkan

## **1.7 Sistematika Penulisan**

### **1. BAB I Pendahuluan**

Berisi tentang latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan, manfaat studi, sistematika penulisan dan studi terdahulu.

### **2. BAB II Tinjauan Puataka**

Berisi tentang studi teori-teori yang digunakan dalam perhitungan.

### **3. BAB III Metodologi Studi**

Berisi tentang data - data yang diperlukan dalam perencanaan perkerasan lentur dan perhitungan anggaran biaya, serta uraianan pelaksanaan studi.

### **4. BAB IV Perencanaan Perkerasan Lentur**

Berisi tentang perhitungan perkerasan lentur berdasarkan metode Bina Marga.

5. BAB V Rencana Anggaran Biaya

Berisi tentang perhitungan biaya untuk pekerjaan tebal perkerasan lentur.

6. BAB VI Kesimpulan dan Saran

Berisi tentang kesimpulan dan saran dari penulis terhadap proyek yang dikerjakan.

**BAB II**

**TINJAUAN PUSTAKA**



## 2.1 Studi Terdahulu

1. Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku dan Perhitungan Biaya Alat Berat untuk Pelaksanaan Proyek Peningkatan Loajanan – Batas Tenggarong Provinsi Kalimantan Timur. Arie Sanjaya, 11.643.019, Politeknik Negeri Samarinda.

Hasil : nilai CBR yang mewakili 6,64% di peroleh tebal perkerasan kaku jalan yag direncanakan 6400 m dengan lebar jalan 7 m dan tebal permukaan 18 cm dengan mutu beton 35 Mpa / K-350 dengan lapis podasinya aspal. Analisa biaya pada perkerasan kaku untuk umur 20 tahun dan alat berat untuk pelaksanaan proyek adalah Rp. 45.171.195.000,00.

2. Studi Perencanaan Perkerasan Kaku (Metode Bina Marga) dan Biayanya pada Jalan Bereng Bengkel – Tumbang Nusa Sta. 51+000 s/d 67+000 Di Provinsi Kalimantan Tengah. Andre Antononi, 97.21.132, ITN Malang.

Hasil : pada kondisi CBR tanah dasar 2,7% maka diperoleh lapisan perkerasan plat beton : 18 cm dan lapisan pondasi bawah sirtu kelas B : 15 cm, analisa biaya pada perkerasan kaku untuk umur 20 tahun, biaya 1 km<sup>2</sup> perkerasan jalan lebar 6 m adalah Rp 20.561.096.230,91 . sedangkan biaya per m<sup>2</sup> sebesar Rp. 3.426.849,372,00.

3. Studi Perbandingan Perencanaan Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku pada Proyek Jalan Suramadu untuk Jalan Baru. Moch. Ali Wafi, 01.21.085, ITN Malang.

Hasil : pada nilai CBR 4% direncanakan perkerasan lentur dan perkerasan kaku untuk jalan suramadu sisi Madura dengan umur rencana 5 tahun. Kedua perkerasan tersebut dapat dilaksanakan di lapangan, hanya saja perkerasan lentur lebih ekonomis (satu kali pembangunan) dari pada perkerasan kaku. Selisih antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku  $\pm$  Rp. 4.700.000,00 lebih ekonomis perkerasan lentur.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Klasifikasi Jalan**

Menurut Undang - Undang Republik Indonesia nomor 38 tahun 2004 tentang jalan, pada pasal 8 dijelaskan tentang fungsi jalan yang diklasifikasikan berdasarkan sifat pergerakan lalu lintas dan angkutan jalan. Klasifikasi jalan berdasarkan fungsi jalan sebagaimana dimaksud sebagai berikut :

1. Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata – rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
2. Jalan Kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
3. Jalan Lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat, ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

4. Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

Menurut Undang - Undang Republik Indonesia nomor 38 tahun 2004 tentang jalan, pada pasal 9 dijelaskan tentang status jalan yang diklasifikasikan berdasarkan sifat pergerakan lalu lintas dan angkutan jalan. Klasifikasi jalan berdasarkan status jalan sebagaimana dimaksud sebagai berikut :

- a. Jalan Nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, jalan strategis nasional, dan jalan tol;
- b. Jalan Provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi;
- c. Jalan Kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten;
- d. Jalan Kota merupakan jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan

pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada di dalam kota;

- e. Jalan Desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan atau antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia nomor 22 tahun 2009 tentang lalulintas dan angkutan jalan, pada pasal 19 dikelompokkan dalam beberapa kelas berdasarkan sifat dan pergerakan pada lalu lintas dan angkutan jalan, dan juga daya dukung untuk menerima muatan sumbu terbrat dan dimensi kendaraan bermotor. Pengelompokan jalan berdasarkan kelas jalan sebagaimana dimaksud sebagai berikut :

- a. Jalan kelas I yaitu jalan arteri dan kolektor, yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 ton;
- b. Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 ton;
- c. Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 milimeter, ukuran paling tinggi 3.500 milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 ton; dan

- d. Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 ton.

### 2.3 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun di atas lapisan tanah dasar (*subgrade*). Lapisan perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu sendiri, dengan demikian memberikan kenyamanan selama masa pelayanan jalan tersebut.

Menurut Silvia Sukirman dalam bukunya *Perkerasan Lentur Jalan Raya* (1999 : 4) berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi jalan dapat dibedakan atas :

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat, lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat. Plat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh plat beton.
3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur.

Konstruksi perkerasan terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima

beban lalu lintas dan menyebarkan kelapisan bawahnya. Pada gambar terlihat bahwa beban kendaraan dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui bidang kontak roda berupa beban terbagi rata, beban tersebut diterima oleh lapisan permukaan dan disebarkan ke tanah dasar menjadi lebih kecil dari daya dukung tanah dasar.

Gambar 2.1 Penyebaran beban roda melalui lapisan perkerasan jalan (Sukirman, 1999: 7)

Karena sifat penyebaran gaya maka muatan yang diterima oleh masing-masing lapisan berbeda dan semakin ke bawah semakin kecil, lapisan permukaan harus mampu menerima seluruh jenis gaya yang bekerja, lapisan pondasi atas menerima gaya vertikal dan getaran sedangkan tanah dasar dianggap hanya menerima gaya vertikal saja.

## 2.4 Bagian-bagian Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan lentur umumnya terdiri dari tanah dasar ( *subgrade* ), dan lapisan perkerasan ( *pavement* ). Tanah dasar bisa berupa tanah asli, tanah timbunan, sedangkan perkerasan meliputi :



## Gambar 2.2 Susunan Lapisan Perkerasan

(Departemen Pekerjaan Umum, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen*, 1987: 4)

### 2.4.1 Lapis Permukaan ( *Surface Course* )

Menurut Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen (1987: 5), fungsi dari lapis permukaan antara lain:

1. Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda;
2. Sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca;
3. Sebagai lapisan aus ( *Wearing Course* ).

Menurut Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen (1987: 5), jenis-jenis lapisan permukaan :

1. Lapis Aspal Beton ( Laston ) / *Asphalt Concrete( AC )* adalah merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, *filler* dan aspal keras yang di campur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu;
2. Lapis Penetrasi Macadam ( Lapen ) adalah merupakan suatu lapisan pada perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dengan agregat pengunci

bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal keras dengan cara di semprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis dan apabila akan digunakan sebagai lapis permukaan perlu diberi laburan aspal dengan batu penutup;

3. Lapis Asbuton Campuran Dingin ( Lasbutag ) adalah campuran yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, asbuton, bahan peremaja dan *filler* ( bila diperlukan ) yang dicampur, dihampar dan dipadatkan secara dingin;
4. *Hot Rolled Asphalt* ( *HRA* ) merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, *filler* dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu;
5. Laburan Aspal ( Buras ) adalah merupakan lapis penutup terdiri dari lapisan aspal taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 9,6 mm atau 3/8 inch;
6. Laburan Batu Satu Lapis ( Burtu ) adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam. Tebal maksimum 20 mm;
7. Laburan Batu Dua Lapis ( Burda ) adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi agregat yang dikerjakan dua kali secara berurutan. Tebal maksimum 35 mm;



8. Lapis Tipis Aspal Beton ( *Lataston* ) / *Hot Roller Sheet* ( *HRS* ) adalah merupakan jenis lapisan penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, filler dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Tebal padat antara 25 sampai 30 mm;
9. Lapis Tipis Aspal Pasir ( *Latasir* ) adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran pasir dan aspal keras yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

#### 2.4.2 Lapis Pondasi Atas ( *Base Course* )

Menurut Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen (1987: 5), fungsi dari lapis pondasi antara lain:

1. Sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda
2. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan

#### 2.4.3 Lapis Pondasi Bawah ( *Subbase Course* )

Menurut Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen (1987: 5), fungsi dari lapis pondasi bawah antara lain:

1. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda
2. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya ( penghematan biaya konstruksi )
3. Untuk mencegah tanah dasar, masuk kedalam lapis pondasi.

4. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar.

#### 2.4.4 Tanah Dasar ( *Subgrade* )

Menurut Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen (1987: 4), Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut :

1. Perubahan bentuk tetap ( deformasi permanen ) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
2. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
3. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan.
4. Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu lintas dari macam tanah tertentu.
5. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya, yaitu pada tanah berbutir kasar ( *granular soil* ) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan

#### 2.5 Agregat

Agregat ( batuan ) didefinisikan secara umum sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-

fragmen. Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yang mengandung 90-95 % dari persentase berat, sedangkan 75-85% dari persentase volume. Dengan demikian mutu perkerasan jalan juga sangat bergantung kepada mutu agregat yang digunakan. Agregat yang jelek akan memberikan kualitas campuran perkerasan yang jelek pula.

Agregat penyusun campuran perkerasan jalan dapat dikelompokkan atas :

1. Agregat kasar ( *Coarse Agregat* )
2. Agregat sedang ( *Medium Agregat* )
3. Agregat Halus ( *Fine Agregat* )
4. Filler

Agregat harus terdiri dari bahan-bahan yang berbidang dasar, bersudut tajam dan bersih dari kotoran atau bahan lain yang mengganggu. Agregat halus terdiri dari pasir alam atau pasir buatan atau gabungan dari bahan-bahan tersebut dan dalam keadaan kering.

## **2.6 Aspal**

Aspal adalah bahan perekat yang berwarna coklat tua sampai hitam dengan kandungan utama hidrokarbon. Aspal dapat terjadi secara alamiah atau hasil dari penyulingan minyak bumi ( aspal buatan ). Aspal terjadi secara alamiah dikenal dengan aspal gunung ( *rock asphalt* ) dan aspal danau ( *lake asphalt* ).

## **2.7 Kriteria-kriteria Perkerasan Lentur**

Agar dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada pemakai jalan, maka konstruksi perkerasan jalan haruslah memenuhi persyaratan tertentu yang dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu :

#### 2.7.1 Syarat-syarat berlalu lintas

Konstruksi perkerasan lentur dipandang dari keamanan dan kenyamanan berlalu lintas haruslah memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Permukaan yang rata, tidak bergelombang, tidak melendut dan tidak berlubang.
2. Permukaan cukup kaku, sehingga tidak mudah berubah bentuk akibat beban yang bekerja di atasnya.
3. Permukaan cukup kesat, memberikan gesekan yang baik antara ban dan permukaan jalan sehingga tidak mudah selip.
4. Permukaan tidak mengkilap, tidak silau jika kena sinar matahari.

#### 2.7.2 Syarat-syarat kekuatan / *structural*

Konstruksi perkerasan jalan dipandang dari segi kemampuan memikul dan menyebarkan beban, haruslah memenuhi syarat :

1. Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban/muatan lalu lintas ke tanah dasar.
2. Kedap terhadap air, sehingga air tidak mudah meresap ke lapisan dibawahnya.

3. Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh diatasnya cepat dapat dialirkan.
4. Kekuatan untuk memikul beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi yang berarti.

Untuk dapat memenuhi hal-hal diatas, perencanaan dan pelaksanaan konstruksi perkerasan lentur jalan haruslah mencakup :

1. Perencanaan tebal masing-masing lapisan perkerasan.

Dengan memperhatikan daya dukung tanah dasar, beban lalu lintas yang akan dipikulnya, keadaan lingkungan, jenis lapisan tanah yang dipilih, dapatlah ditentukan tebal masing-masing lapisan berdasarkan metode yang ada.

2. Analisa campuran bahan

Dengan memperhatikan mutu dan jumlah bahan setempat yang tersedia, direncanakan suatu susunan campuran tertentu sehingga terpenuhi spesifikasi dari jenis lapisan yang dipilih.

3. Pengawasan pelaksanaan pekerjaan

Perencanaan perkerasan yang benar, susunan campuran yang memenuhi syarat, belumlah dapat menjamin dihasilkannya lapisan perkerasan yang memenuhi apa yang di inginkan jika tidak dilakukan pengawasan pelaksanaan yang cermat mulai tahap penyiapan lokasi proyek dan

material yang dipakai untuk tahap pencampuran atau penghamparan dan akhirnya pada tahap pemadatan serta pemeliharaan.

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan bawahnya. Penyebaran beban tersebut dapat menimbulkan tegangan tarik ( *horizontal* ) pada dasar lapisan aspal, jika berlebihan akan terjadi keretakan pada lapisan dan juga tegangan tekan ( *vertikal* ) pada permukaan subgrade, jika berlebihan akan menyebabkan deformasi tetap pada bagian atas subgrade. Keadaan ini secara keseluruhan dipengaruhi oleh perilaku beban kendaraan.

Kinerja perkerasan jalan ( *Pavement Performance* ) meliputi hal-hal yaitu :

1. Keamanan, yang ditentukan oleh besarnya gesekan akibat adanya kontak antara ban dan permukaan jalan. Besarnya gaya gesek yang terjadi di pengaruhi oleh bentuk dan kondisi ban, tekstur permukaan jalan, kondisi cuaca dan lain sebagainya.
2. Wujud perkerasan ( *Structural Perkerasan* ), sehubungan dengan kondisi fisik dan jalan tersebut seperti adanya retak-retak, amblas, alur, gelombang dan lain sebagainya.
3. Fungsi pelayanan ( *Functional Performance* ), sehubungan dengan bagaimana perkerasan tersebut memberikan pelayanan kepada pemakai jalan. Wujud perkerasan dan pelayanan pada umumnya merupakan suatu

kesatuan yang dapat digambarkan dengan kenyamanan mengemudi (*Riding Quality*).

## 2.8 Perkerasan Lentur Metode Bina Marga

Metode bina marga merupakan metode yang sering digunakan di Indonesia karna sesuai dengan kondisi lingkungannya. Untuk dapat melakukan perhitungan pekerjaan lentur dengan cara bina marga ditentukan dahulu besar-besaran rencana yang diperlukan antara lain :

### 2.8.1 Jumlah jalur dan koefisien distribusi kendaraan

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur, maka jumlah ditentukan dari lebar perkerasan menurut tabel dibawah ini :

**Tabel 2.1 Jumlah Jalur Berdasarkan Lebar Perkerasan**

Lebar Perkerasan ( L )	Jumlah Lajur ( n )
$L < 5,50 \text{ m}$	1 jalur
$5,50 \text{ m} \leq L < 8,25 \text{ m}$	2 jalur
$8,25 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3 jalur
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4 jalur
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5 jalur
$18,75 \text{ m} \leq L < 22,00 \text{ m}$	6 jalur

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen, 1987 : 7)

Koefisien distribusi kendaraan ( C ) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut daftar di bawah ini :

**Tabel 2.2 Koefisien Distribusi Kendaraan ( C )**

\*) berat total < 5 ton, misalnya mobil penumpang, pick up, mobil hantaran

\*\*) berat total > 5 ton, misalnya bus, truk, traktor, semi trailler, trailler

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen, 1987 : 7)

#### 2.8.2 Angka Ekivalen ( E ) Beban Sumbu Kendaraan

**Tabel 2.3 Angka Ekivalen ( E ) Beban Sumbu Kendaraan**

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan*)		Kendaraan Berat**)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,000
2 lajur	0,60	0,50	0,70	0,500
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,450
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,400
Beban Sumbu		Angka Ekivalen		
Kg	Lb	Sumbu Tunggal		Sumbu Ganda
1000	2205	0,0002		-

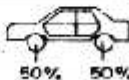
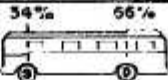
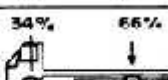
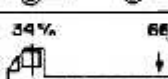
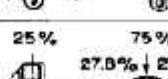

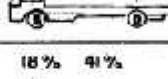
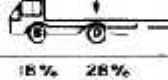




2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1,0000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,9820
16000	35276	14,7815	1,2712

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen*, 1987 : 8.)

Metode bina marga membedakan konfigurasi sumbu kendaraan menjadi 3 macam yaitu:

- a. Sumbu Tunggal dengan Roda Tunggal ( STRT )
- b. Sumbu Tunggal dengan Roda Ganda ( STRG )
- c. Sumbu Ganda dengan Roda Ganda ( SGRG )

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 16 KSAL KOSONG	UE 16 KSAL MAKSIMUM	
1.1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0004	
1.2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1.2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1.2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1.22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	
1.2+2.2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	4,9283	
1.2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1.2-22 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,183	

 RODA TINGGI PADA UJUNG SUMBU  
 RODA RENDAH PADA UJUNG SUMBU

Gambar 2.3 Distribusi Beban Sumbu dari Berbagai Jenis Kendaraan

(Sumber : Ir. Alik Ansyori Alamsyah, MT., *Rekayasa Jalan Raya*, 2001 : 140)

### 2.8.3 Umur Rencana

Umur rencana adalah jumlah waktu dalam tahun dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu untuk diberi lapisan permukaan yang baru. Sesuai dengan Manual Desain

Perkerasan Jalan untuk jalan baru umur rencana dibedakan menjadi 2 menurut jenis perkerasan yaitu :

1. Jenis perkerasan lentur, 20 tahun
2. Jenis perkerasan kaku, 40 tahun

#### 2.8.4 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Jumlah kendaraan yang memakai jalan bertambah dari tahun ke tahun. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan lalu lintas adalah perkembangan daerah, bertambahnya kesejahteraan masyarakat, naiknya kemampuan membeli kendaraan dan lain sebagainya. Apabila tidak ada data-data tersebut maka dapat menggunakan tabel dibawah ini, sesuai dengan keputusan Direktur jenderal Bina Marga tentang Manual Desain Perkerasan Jalan untuk jalan baru. Faktor pertumbuhan lalu lintas dinyatakan dalam persen/tahun.

**Tabel 2.4 Perkiraan Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas**

Perkiraan Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas ( i )		
Tahun	2011 – 2020	>2021 – 2030
Arteri dan Perkotaan ( % )	5	4
Rural ( % )	3,5	2,5

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan, 2012)

#### 2.8.5 Lalu lintas harian rata-rata dan rumus lintas ekivalen

1. Lalu Lintas Harian Rata-rata

Untuk perencanaan jalan baru data lalu lintas harian rata-rata menggunakan Persyaratan Teknis Jalan untuk Ruas Jalan Dalam Sistem

Jaringan Jalan Primer. Karna satuan dalam Persyaratan Teknis Jalan untuk Ruas Jalan Dalam Sistem Jaringan jalan Primer SMP/Hari dan data yang survey dilakukan kendaraan/hari, maka perlu dilakukan konversi. Nilai konversi merupakan koefisien yang digunakan untuk mengekuivalensi berbagai jenis kendaraan kedalam satuan mobil penumpang (smp), dimana nilai konversi dari berbagai jenis kendaraan yang digunakan adalah :

**Tabel 2.5 Ekivalen Mobil Penumpang**

No	Jenis Kendaraan	Datar / Perbukitan	Pegunungan
1	Sedan, Jeep	1,0	1,0
2	Bus kecil, truk kecil	1,2 – 2,4	1,9 – 3,5
3	Bus besar, truk besar	1,2 – 5,0	2,2 – 6,0

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan antar kota, 1997: 10)

## 2. Rumus Lintas Ekivalen

- a. Lalu lintas harian rata-rata (LHR) adalah komposisi lalu lintas terhadap berbagai kelompok jenis kendaraan.

$$LHR = (1 + i)^n \cdot \text{Jumlah kendaraan} \dots\dots\dots (2.1)$$

i = Tingkat pertumbuhan lalu lintas

n = Umur rencana jalan

- b. Lintas ekuivalen permukaan (LEP) adalah lintas ekuivalen pada saat jalan tersebut dibuka ( lintas ekuivalen pada umur rencana ), dihitung dengan rumus :

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHJR. c_j. E \dots\dots\dots( 2.2 )$$

Dimana :

LEP = Lintas ekuivalen permukaan

LER = Lalu lintas harian rata-rata

C = Koefisien distribusi kendaraan

E = Angka ekuivalen

- c. Lintas ekuivalen akhir ( LEA ) adalah lintas ekuivalen pada saat jalan tersebut memerlukan perbaikan secara struktural ( lintas ekuivalen pada akhir umur rencana ), dihitung dengan menggunakan rumus :

$$LEA = \sum_{j=1}^n L_j \cdot (1+i)^{vr} \cdot c_j \cdot E_j \dots\dots\dots( 2.3 )$$

Dimana :

J = Jenis kendaraan

vr = Umur rencana

- d. Lintas ekivalen tengah ( LET ) adalah jumlah lintas ekivalen yang akan melintasi jalan tersebut selama masa pelayanan, dari saat dibuka sampai dengan akhir umur rencana, dihitung dengan menggunakan rumus :

$$LET = \frac{L + L}{2} \dots\dots\dots( 2.4 )$$

$$LER = LET \times \frac{U}{1} \dots\dots\dots( 2.5 )$$

Dimana :

LET = lintas ekivalen tengah

LEA = lintas ekivalen akhir

LER = lintas ekivalen rencana

UR = umur rencana

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan*

*Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen, 1987 : 8.)*

#### 2.8.6 Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

Pengujian cara dinamis ini dikembangkan oleh TRL (Transport and Road Research Laboratory), Crowthorne, Inggris dan mulai diperkenalkan di Indonesia sejak tahun 1985 /1986. Pengujian ini dimaksudkan untuk

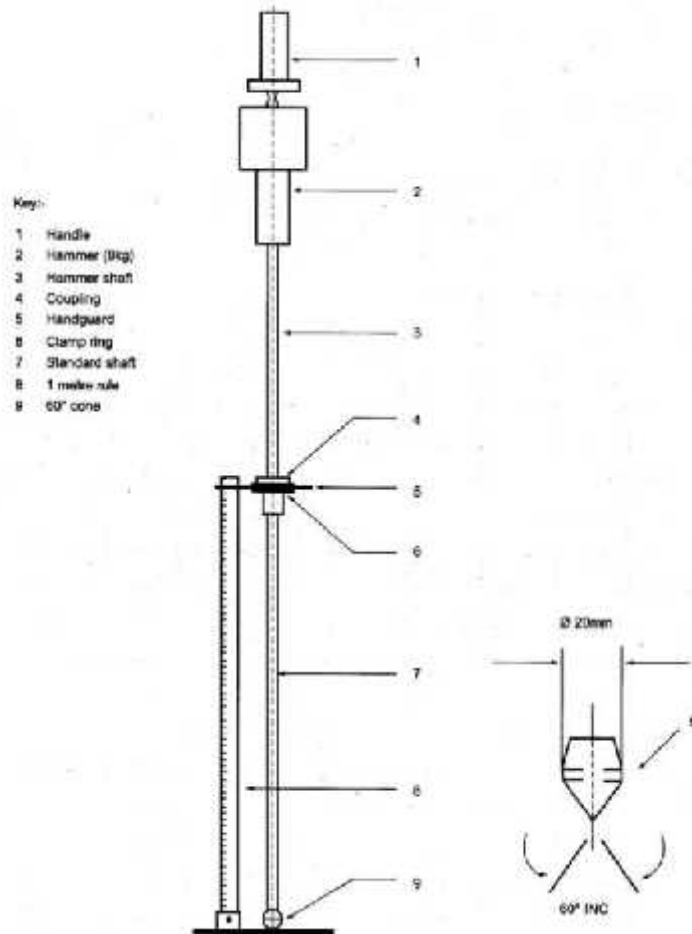
menentukan nilai CBR (California Bearing Ratio) tanah dasar, timbunan, dan atau suatu sistem perkerasan.

Pengujian ini akan memberikan data kekuatan tanah sampai kedalaman kurang lebih 70 cm di bawah permukaan lapisan tanah yang ada atau permukaan tanah dasar. Pengujian ini dilakukan dengan mencatat data masuknya konus yang tertentu dimensi dan sudutnya, ke dalam tanah untuk setiap pukulan dari palu/hammer yang berat dan tinggi jatuh tertentu pula.

Pengujian dengan alat DCP ini pada dasarnya sama dengan Cone Penetrometer (CP) yaitu sama-sama mencari nilai CBR dari suatu lapisan tanah langsung di lapangan. Hanya saja pada alat CP dilengkapi dengan poving ring dan arloji pembacaan, sedangkan pada DCP adalah melalui ukuran (satuan) dengan menggunakan mistar percobaan dengan alat CP digunakan untuk mengetahui CBR tanah asli, sedangkan percobaan dengan alat DCP ini hanya untuk mendapat kekuatan tanah timbunan pada pembuatan badan jalan, alat ini dipakai pada pekerjaan tanah karena mudah dipindahkan ke semua titik yang diperlukan tetapi letak lapisan yang diperiksa tidak sedalam pemeriksaan tanah dengan alat sondir.

Pengujian dilaksanakan dengan mencatat jumlah pukulan (blow) dan penetrasi dari konus (kerucut logam) yang tertanam pada tanah/lapisan pondasi karena pengaruh penumbuk kemudian dengan menggunakan grafik dan rumus, pembacaan penetrometer diubah menjadi pembacaan yang setara dengan nilai CBR.

Alat penetrometer konus dinamis (DCP) terdiri dari tiga bagian utama yang satu sama lain harus disambung sehingga cukup kaku, seperti terlihat pada gambar:



Gambar 2.4 Alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

Dimana:

1. Bagian atas

a) Pemegang

b) Batang bagian atas diameter 16 mm, tinggi-jatuh setinggi 575 mm;



- c) Penumbuk berbentuk silinder berlubang, berat 8 kg.

## 2. Bagian tengah

- a) Landasan penahan penumbuk terbuat dari baja;
- b) Cincin peredam kejut;
- c) Pegangan untuk pelindung mistar penunjuk kedalaman.

## 3. Bagian bawah

- a) Batang bagian bawah, panjang 90 cm, diameter 16 mm;
- b) Batang penyambung, panjang antara 40 cm sampai dengan 50 cm, diameter 16 mm dengan ulir dalam di bagian ujung yang satu dan ulir luar di ujung lainnya;
- c) Mistar berskala, panjang 1 meter, terbuat dari plat baja;
- d) Konus terbuat dari baja keras berbentuk kerucut di bagian ujung, diameter 20 mm, sudut  $60^\circ$  atau  $30^\circ$ ;
- e) Cincin pengaku.

### 2.8.7 Daya Dukung Tanah Dasar

Daya dukung tanah dasar (DDT) dipengaruhi oleh perubahan kadar air.

Daya dukung tanah ditetapkan berdasarkan grafik kolerasi antar CBR tanah dasar dengan daya dukung tanah nya. Sedangkan CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standart batu

pecah yang memiliki nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas.

Menurut Silvia Sukirman dalam bukunya *Perkerasan Lentur Jalan Raya* (1999 : 116) kekuatan tanah dasar dapat bervariasi antara nilai yang baik dan jelek. Dengan demikian tidak ekonomis jika perencanaan tebal lapisan perkerasan jalan berdasarkan nilai yang terjelek, dan tidak pula memenuhi syarat jika berdasarkan nilai yang terbesar saja. Jadi alangkah baiknya apabila jalan tersebut dibagi atas segmen-segmen jalan yang mempunyai daya dukung yang hampir sama. Jadi segmen jalan adalah bagian dari panjang jalan yang mempunyai daya dukung tanah, sifat tanah, dan keadaan lingkungan yang relatif sama.

Adapun cara untuk menentukan CBR segmen dapat dihitung dengan cara analitis ataupun cara grafis.

#### 1) Secara Analitis

$$CBR_{\text{Segmen}} = CBR_{\text{rata-rata}} - (CBR_{\text{maks}} - CBR_{\text{min}}) / R \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana nilai R tergantung dari jumlah data yang terdapat dalam 1 segmen.

**Tabel 2.6 Nilai R untuk Perhitungan CBR Segmen**

Jumlah Titik Pengamatan	Nilai R
2	1,41
3	1,91
4	2,24
5	2,48
6	2,67
7	2,83

8	2,96
9	3,08
>10	3,18

Catatan : nilai R ditentukan berdasarkan data yang ada di lapangan  
(data R diatas hanyalah permisalan)

Dalam perhitungan nilai CBR menggunakan cara analitis, dapat dihitung menggunakan korelasi nilai CBR-DCP menggunakan persamaan rumus log model yang berbeda rumus korelasi nilai CBR-DCP yang di maksukan sebagai berikut :

a. Perhitungan CBR menggunakan Pedoman Bahan Kontruksi Sipil 2007.

Perhitungan pengolahan CBR dari data sekunder menggunakan korelasi nilai CBR-DCP persamaan log model material agregat tanah dasar dan kohesif dengan rumus :

$$\text{Log(CBR)} = 2,8135 - 1,313 \text{ Log (DCPI)} \dots\dots\dots(2.7)$$

*Sumber : Pedoman Bahan Kontruksi Sipi;2007*

b. Perhitungan CBR menggunakan rumus NCDOT

Perhitungan pengolahan CBR dari data sekunder menggunakan korelasi nilai CBR-DCP persamaan log model material agregat tanah dasar dan kohesif dengan rumus :

$$\text{Log(CBR)} = 2,60 - 1,07 \text{ Log (DCPI)} \dots\dots\dots(2.8)$$

*Sumber : NCDOT (Pavement;1998)*

## 2) Secara Grafis

Prosedurnya adalah sebagai berikut :

- a. Tentukan nilai CBR yang terendah;
- b. Tentukan berapa banyak nilai CBR yang sama atau lebih besar dari masing-masing nilai CBR dan kemudian disusun secara tabelaris mulai dari nilai CBR terkecil sampai yang terbesar;
- c. Angka terbanyak diberi nilai 100%, angka yang lain merupakan persentasi dari 100%;
- d. Dibuat grafik hubungan antara harga CBR dan persentase jumlah tadi;
- e. Nilai CBR segmen adalah nilai pada keadaan 90%.

#### 2.8.8 Faktor Regional ( FR )

Faktor regional merupakan hubungan keadaan lapangan dan iklim yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan dengan daya dukung tanah dasar. Keadaan lapangan mencakup permeabilitas tanah, perlengkapan drainase, bentuk alinement dan persentase kendaraan berat yang lewat. Sedangkan iklim mencakup curah hujan rata-rata pertahun. Harga faktor regional dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 2.7 Faktor Regional**

	Kelandaian I ( < 6 % )		Kelandaian II ( 6 – 10 % )		Kelandaian III ( > 10 % )	
	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	30 %	> 30 %	30 %	> 30 %	30 %	> 30 %
Iklim I < 900 mm/th	0,5	1,0 – 1,5	1,0	1,5 – 2,0	1,5	2,0 – 2,5
Iklim II > 900 mm/th	1,5	2,0 – 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

*(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen, 1987 : 10 )*

Catatan : Pada bagian-bagian jalan tertentu, seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam ( jari-jari 30 m ) FR ditambah dengan 0,5. Pada daerah rawa-rawa FR ditambah dengan 1,0.

#### 2.8.9 Indeks Permukaan (IP)

Menurut Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen (1987 : 10), indeks permukaan ini menyatakan nilai daripada kerataan atau kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

Adapun beberapa nilai IP beserta artinya adalah seperti dibawah ini :

IP = 1,0 : adalah menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

IP = 1,5 : adalah tingkat pelayanan yang terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus)

IP = 2,0 : adalah tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap.

IP = 2,5 : adalah menyatakan permukaan jalan yang masih cukup stabil dan baik.

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IPo) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan/kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana, menurut tabel dibawah ini :

**Tabel 2.8 Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana**

Jenis Permukaan	IPo	Roughness *) (mm/km)
LASTON	4	1000
	3,9 – 3,5	> 1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	2000
	3,4 – 3,0	> 2000
HRA	3,9 – 3,5	2000
	3,4 – 3,0	> 2000
BURDA	3,9 – 3,5	< 2000
BURTU	3,4 – 3,0	< 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	3000
	2,9 – 2,5	> 3000
LATASBUM	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASIR	2,9 – 2,5	
JALAN TANAH	2,4	
JALAN KERIKIL	2,4	

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen, 1987: 11)

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lalu lintas ekuivalen rencana (LER), menurut tabel dibawah ini :

**Tabel 2.9 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IP)**

LER = Lintas Ekuivalen Rencana *)	Klasifikasi Jalan			
	Local	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
> 1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen, 1987 :10)

### 2.8.10 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif (a) ,asing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai nilai Marshall Test ( untuk bahan dengan aspal ), kuat tekan ( untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur ), atau CBR ( untuk bahan lapis pondasi bawah). Harga-harga koefisien dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 2.10 Koefisien Kekuatan Relatif Bahan**

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	Ms (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	Laston
0,35	-	-	590	-	-	
0,35	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	
0,31	-	-	590	-	-	
0,28	-	-	454	-	-	Lasbutag / Asbuton
0,26	-	-	340	-	-	HRA
0,30	-	-	340	-	-	Aspal Macadam
0,26	-	-	340	-	-	Lapen (mekanis)
0,25	-	-	-	-	-	Lapen (manual)
0,20	-	-	-	-	-	
-	0,28	-	590	-	-	Laston Atas
-	0,26	-	454	-	-	

-	0,24	-	340	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,23	-	-	-	-	
	0,19	-	-	-	-	Lapen (manual)
	0,15	-	-	22	-	Stab tanah dengan semen
	0,13	-	-	18	-	
	0,15	-	-	22	-	Stab tanah dengan kapur
	0,13	-	-	18	-	
	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas A)
	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (kelas B)
	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (kelas C)
		0,13	-	-	70	Sirtu/Pitrun (kelas A)
		0,12	-	-	50	Sirtu/Pitrun (kelas B)
		0,11	-	-	30	Sirtu/Pitrun (kelas C)
		0,10	-	-	20	Tanah lempung kepasiran

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen, 1987 :12)

Catatan :

1. Kuat tekan stabilitas tanah dengan semen diperiksa pada hari ke 7
2. Kuat tekan stabilitas tanah dengan kapur diperiksa pada hari ke 21
3. MS (*medium setting*) : aspal yang mengandung sedikit bahan pengemulsi sehingga pengikatan aspal yang terjadi berlangsung, sedang batas-batas minimum tebal perkerasan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 2.11 Batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan**

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	5	Lapis pelindung : (Buras/Burtu/Burda)
3,00 - 6,70	5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
6,71 – 7,49	7,5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston



7,50 – 9,99 10,00	7,5 10	Lasbutag, Laston Laston
----------------------	-----------	----------------------------

*Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa*

*Komponen, penerbit : Departemen Pekerjaan Umum, Hal 13.*

**Tabel 2.12 Batas Minimum Tebal Minimum Lapis Pondasi**

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	15	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
3,00 – 7,49	20*)	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
	10	Laston atas
7,50 – 9,99	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, Laston atas
	15	Laston atas
10 – 12,14	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, Laston atas.
12,25	25	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, lapen, laston atas.

*Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa*

*Komponen, penerbit : Departemen Pekerjaan Umum, Hal 8.*

#### Lapis Pondasi Bawah

Untuk setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah, tebal minimum adalah 10 cm.

#### Indeks tebal perkerasan

#### Penentuan tebal perkerasan (d1)

$$ITP = a_1 \cdot d_1 + a_2 \cdot d_2 + a_3 \cdot d_3 \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana :

$a_1, a_2, a_3$  = koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan

$d_1, d_2, d_3$  = tebal permukaan aspal (cm)

Angka-angka 1,2 dan 3 masing-masing berarti lapis permukaan, lapis pondasi, dan lapis pondasi bawah. Karna yang dicari adalah tebal masing-masing lapisan, maka nilai ITP ditentukan dari nomogram.

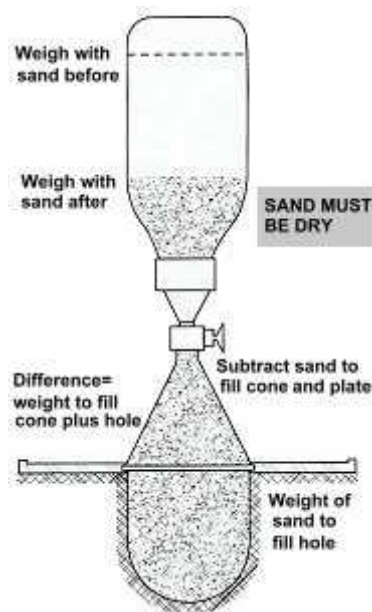
#### 2.8.11 Tes Sand Cone Pada Tanah

Tes sand cone pada tanah dilakukan untuk menentukan kepadatan di tempat dari lapisan tanah atau perkerasan yang telah dipadatkan. Alat yang diuraikan disini hanya terbatas untuk tanah yang mengandung butiran kasar tidak lebih dari 5 cm. Kepadatan lapangan ialah berat kering persatuan isi.

Peralatan yang digunakan untuk tes sand cone adalah botol transparan untuk tempat pasir dengan isi lebih kurang 4 liter.

1. Corong kalibrasi pasir dengan diameter 16,51 cm.
2. Plat untuk corong pasir ukuran 30,48 cm x 30,48 cm dengan lubang bergaris tengah 16,51 cm.
3. Peralatan kecil yaitu Palu, sendok, kuas, pahat,,dan peralatan untuk mencari kadar air.

4. Satu buah timbangan dengan kapasitas 10 kg ketelitian sampai 1,0 gram.
5. Satu buah timbangan kapasitas 500 gram ketelitian sampai 0,1 gram.
6. Pasir bersih keras, kering dan bisa mengalir bebas tidak mengandung bahan pengikat dan bergradasi lewat saringan no.10 (2 mm) dan tertahan pada saringan no.200 (0,075 mm)



Gambar 2.5 Alat Test Sand Cone

Cara Test Sand Cone Tanah adalah sebagai berikut :

Menentukan isi botol

1. Timbanglah alat (botol + corong = gram)
2. Letakkan alat dengan botol di bawah , bukalah kran dan isi dengan air jernih sampai penuh di atas kran. Tutuplah kran dan bersihkan kelebihan air.
3. Timbanglah yang terisi air ( gram). Berat air = isi botol pasir .

4. Lakukan langkah ii dan iii sebanyak tiga kali dan ambil harga rata-rata dari ketiga hasil. Perbedaan masing-masing pengukuran tidak boleh lebih dari  $3 \text{ cm}^3$ .
5. Menentukan berat isi pasir
6. Letakkan alat dengan botol di bawah pada dasar yang rata tutup kran isi corong pelan-pelan dengan pasir.
7. Bukalah kran isi botol sampai penuh dan dijaga agar selama pengisian corong selalu paling sedikit setengahnya.
8. Tutup kran bersihkan kelebihan pasir di atas kran dan timbanglah ( $w_3$  gram)
9. Menentukan berat pasir dalam corong :
10. Isi botol pelan pelan dengan pasir dengan pasir secukupnya dan timbang () gram.
11. Letakkan alat dengan corong di bawah pada plat corong , pada dasar yang rata dan bersih.
12. Bukalah kran pelan-pelan sampai pasir berhenti mengalir .
13. Tutup kran dan timbanglah alat berisi sisa pasir gram.
14. Hitunglah berat pasir dalam corong. gram.
15. Menentukan berat isi tanah :
16. Isi botol dengan pasir secukupnya
17. Ratakan permukaan tanah yang akan diperiksa. Letakkan plat corong pada permukaan yang telah rata tersebut dan kokohkan dengan paku pada keempat sisinya.

18. Galilah lubang sedalam minimal 10 cm (tidak melampaui tebal hamparan padat)
19. Seluruh tanah hasil galian di masukkan ke dalam kaleng yang tertutup dan telah diketahui beratnya lalu timbang kaleng beserta tanah.
20. Timbang alat dengan pasir di dalamnya.
21. Letakkan alat pada tempat ke ii , corong ke bawah di atas plat corong dan buka kran pelan-pelan sehingga pasir masuk ke dalam lubang.
22. Setelah pasir berhenti mengalir kran ditutup kembali dan timbang alat dengan sisa pasir (gram).
23. Ambil tanah sedikit dari kaleng untuk penentuan kadar air w %

**Perhitungan Test Sand Cone dapat dilihat sebagai berikut :**

Isi botol = berat isi =  $(W_2 - W_1) \text{ cm}^3$

Berat isi pasir =  $(W_a - W_1) / (W_2 - W_1) \text{ gram}$

Berat pasir dalam corong =  $(w_4 - w_5) \text{ gram.}$

Berat isi pasir dalam lubang =  $(w_6 - w_7) - (w_4 - w_5) \text{ gram.}$

Isi lubang =  $(w_{10} / p) \times V_e \text{ cm}^3$

Berat tanah =  $(W_8 - w_9) \text{ gram}$

Berat isi tanah =  $(w_8 - w_9) / w_e = \text{gram/cm}^3.$

Berat isi kering tanah =  $\gamma_d = \frac{\gamma \times 100}{100 + w}$

Derajat kepadatan di lapangan =  $D = \frac{\gamma_{d \text{ Lap}}}{\gamma_{d \text{ Lab}}} \times 100\%$

#### 2.8.12 Pengujian CBR Lapangan

CBR (California Bearing Ratio) adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu lapisan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Pelaksanaan pengujian CBR Lapangan diatur dalam SNI 1738-2011 (Cara Uji CBR Lapangan).



Gambar 2.6 Alat Pengujian CBR Lapangan

a. Peralatan Pengujian CBR Lapangan :

1. Dongkrak CBR mekanis dengan kapasitas 10 ton, dilengkapi dengan “swivel head”.
2. Cincin penguji (proving ring) dengan kapasitas : 1,5 ton (3000 lbs), 3 ton (6000 lbs), 5 ton (10.000 lbs), atau sesuai dengan kebutuhan.
3. Torak (Piston) penetrasi dan pipa-pipa penyambung.

4. Arloji penunjuk (dial penetrasi) untuk mengukur penetrasi dengan ketelitian 0,01 mm (0,001”) dilengkapi dengan balok penyokong dari besi propil sepanjang lebih kurang 2,5 meter.
5. Keping beban (plat besi) yang bergaris tengah 25 cm (10”) berlubang di tengah dengan berat +/- 5 Kg (10 Pound) dan beban-beban tambahan seberat 2,5 Kg (5 Pound) yang dapat ditambahkan bilamana perlu.
6. Sebuah truck yang dibebani sesuai dengan kebutuhan atau alat-alat berat lainnya (vibro, Excavator, bulldozer, dll) dan dibawahnya dapat dipasang sebuah dongkrak CBR mekanis.
7. Dua dongkrak truck, alat-alat penggali, alat-alat penumbuk, alat-alat perata, waterpas dan lain-lain.

b. Persiapan Lokasi Pengujian :

1. Tanah digali sampai lapisan yang dikehendaki dan diratakan (luas galian kira-kira 60 cm x 60 cm) – harus level dan tidak ada kemiringan (cek dengan waterpass).
2. Dipastikan bahwa permukaan : rata dan padat
3. Dipastikan bahwa di permukaan yang akan diuji (sub grade, sub base, base course, dsb) tidak ada butiran lepas (bersihkan semua debu, pasir, kerikil yang lepas/berserakan)
4. Untuk tanah dasar yang belum ada perkerasan dan pemadatan, cukup dibersihkan akar rumput dan bahan organik lain (biasanya sampai kedalaman 50 cm).

5. Selama pemasangan alat-alat, permukaan tanah atau permukaan yang sudah dibersihkan harus dijaga supaya tidak kelembabannya tidak berubah dari kondisi awal, jika perlu ditutup dengan plastik apabila cuaca sangat panas
6. Mulailah pemeriksaan ini secepat mungkin sesudah persiapan tempat.
7. Apabila dibutuhkan, diperiksa pula kadar air dan berat isi bahan setempat.

c. Cara Pemasangan Alat :

1. Tempatkan truk/alat berat lainnya, sedemikian rupa sehingga posisi penempatan dongkrak CBR mekanis harus tepat diatas lubang pemeriksaan.
2. As roda belakang diatur sejajar dengan muka jalan yang diperiksa.
3. Truk/alat berat didongkrak supaya berat sendirinya tidak ditahan lagi oleh per kendaraan (jika tertahan per maka pembacaan akan tidak tepat karena terpengaruh pengenduran gaya per kendaraan)
4. Dongkrak CBR mekanis dan peralatan lain dirangkai, supaya piston penetrasi berada 1 atau 2 cm dari permukaan yang akan diperiksa.
5. Cincin penguji (proving ring) diatur sehingga torak dalam keadaan vertikal.
6. Pastikan semua peralatan uji dalam kondisi stabil, vertikal, sentris (segaris dan tidak melenting/melendut) dan kokoh serta tepat pada posisi yang disyaratkan



7. Keping beban/plat baja setebal 25 cm (10") diletakkan sentris dibawah torak penetrasi sehingga torak penetrasi tepat masuk kedalam lubang keping beban tersebut.
8. Arloji/dial pengukur penetrasi dipasang pada piston penetrasi, sedemikian rupa sehingga jarum pada dial penetrasi menempel pada keping beban/plat baja

d. Cara Pembacaan Waktu dan Penetrasi :

1. Torak penetrasi diturunkan sehingga piston penetrasi memberikan beban permulaan sebesar 5 Kg (10 Lbs) – jika diperlukan, dapat gunakan beban-beban tambahan.
2. Arloji cincin penguji (proving ring) dan arloji penunjuk penetrasi (dial penetrasi) diatur sehingga menunjuk pada angka nol.
3. Pembebanan ditambah dengan teratur, agar kecepatan penetrasinya mendekati kecepatan tetap 1,25 mm (0,05") per menit – penambahan pembebanan ini yang sering terlupa atau tidak terlaksana dengan baik konsistensi kecepatan penetrasi per menitnya
4. Pembacaan beban dicatat pada penetrasi (angka di belakang = angka tabel SNI yang direvisi):

- 0,3128 mm (0,0125") 0,32 mm [15 detik]
- 0,6200 mm (0,0250") 0,64 mm [30 detik]
- 1,2500 mm (0,0500") 1,27 mm [60 detik / 1 menit]
- 1,8700 mm (0,0750") 1,91 mm [1 menit 30 detik]

- 2,5400 mm (0,1000") 2,54 mm [2 menit]
- 3,7500 mm (0,1500") 3,81 mm [3 menit]
- 5,0800 mm (0,2000") 5,08 mm [4 menit]
- 7,5000 mm (0,3000") 7,62 mm [6 menit]
- 10,1600 mm (0,4000") 10,16 mm [8 menit]
- 12,5000 mm (0,5000") 12,70 mm [10 menit]

e. Perhitungan Nilai CBR Lapangan :

1. Tentukan beban yang bekerja pada torak
2. Hitung tegangan di tiap kenaikan penetrasi
3. Plotkan hasilnya pada grafik dan buat kurvanya
4. Cek kurva apakah perlu koreksi atau tidak (lihat contoh di samping) – pada keadaan tertentu, kurva penetrasi dapat berbentuk lengkung ke atas sehingga perlu dikoreksi dan titik inisial bergeser dari titik nol
5. Gunakan hasil tegangan yang terkoreksi untuk analisa hitungan berikutnya
6. Ambil nilai tegangan pada penetrasi : 0,1 inchi/2,54 mm dan 0,2 inchi/5,08 mm
7. Hitung CBR dengan pembagian terhadap tegangan standar :  
  
0,71 kg/mm<sup>2</sup> (1000 Psi) (untuk penetrasi 0,1 inch atau 2,54 mm )  
  
1,06 kg/mm<sup>2</sup> (1500 Psi) (untuk penetrasi 0,2 inch atau 5,08 mm)

Jika tegangan maksimum yang terjadi menghasilkan penetrasi di bawah 0,2 inchi, maka tegangan dasar dapat diinterpolasi. Umumnya CBR dinyatakan pada penetrasi 0,1 inchi. Jika CBR pada penetrasi 0,2 inchi lebih besar pada CBR pada penetrasi 0,1 inchi maka pengujian harus dilakukan minimal 3 kali pada lokasi yang berdekatan. Jika dari 3 hasil pengujian menunjukkan CBR pada penetrasi 0,2 inchi lebih besar dari CBR pada penetrasi 0,1 inchi maka ditetapkan nilai CBR adalah CBR pada penetrasi 0,2 inchi.

Catatan : Jangan lupa nilai pembacaan dikoreksi dengan nilai koreksi kalibrasi alat (proven ring dan dial)

## **2.9 Rencana Anggaran Biaya ( RAB )**

Rencana anggaran biaya adalah suatu rencana biaya konstruksi dimana dalam bentuk dan faedah dalam penggunaannya, serta besar kecil suatu biaya yang diperlukan dan susunan pelaksanaan yang dirangkum dalam bidang administrasi maupun kerja dalam bidang teknik. Rencana anggaran biaya ini berpedoman pada *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonsia Nomor 28/PRT/M/2016* tentang pedoman analisis harga satuan pekerjaan bidang pekerjaan umum.

Hal-hal yang diperlukan dalam penyusunan daftar rencana anggaran biaya (RAB) adalah :

1. Gambar rencana pekerjaan
2. Daftar harga upah
3. Daftar harga bahan

4. Daftar harga peralatan
5. Analisa (*unit price*)
6. Daftar kuantitas tiap pekerjaan
7. Daftar susunan rencana biayaa

#### 2.9.1 Biaya Penyelenggaraan Biaya Konstruksi

Biaya merupakan salah satu faktor penting yang sangat mempengaruhi pelaksanaan suatu proyek. Biaya penyelenggaraan proyek konstruksi dapat dibedakan sebagai berikut :

##### 1. Biaya langsung (*direct cost*)

Adalah biaya untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek. Komponen terpenting dalam biaya langsung yaitu :

- a. Biaya pengadaan bahan dan material
- b. Upah buruh dan *man power*
- c. Biaya peralatan (*equipment*)

##### 2. Biaya tak langsung (*indirect cost*)

Adalah pengeluaran untuk manajemen, supervise dan pembayaran material serta jasa untuk pengadaan bagian proyek atau produk permanen, tetapi diperlukan dalam jangka proses pembangunan proyek.

Biaya tidak langsung meliputi :

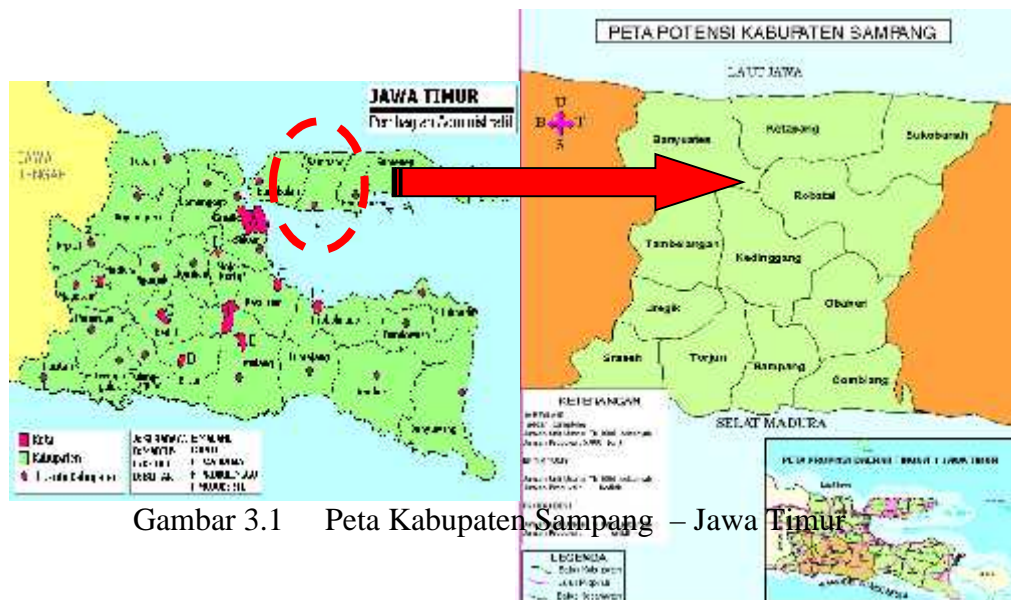
- a. *Overhead*, meliputi *overhead* lapangan dan *overhead* kantor
- b. Biaya tak terduga (*contingency*), yaitu biaya untuk kejadian-kejadian yang mungkin bisa terjadi atau tidak.

## **BAB III**

### **METODE STUDI**

#### **3.1 Lokasi Studi**

Lokasi studi perencanaan peningkatan jalan ini terletak di kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur. Panjang keseluruhan jalan 1,781 Kilometer. Mulai dari stasion 00+000 km sampai stasion 01+781 km. Berdasarkan fungsinya, jalan Makboel – Polagan ini termasuk jalan lokal. Dan menurut status jalannya, jalan Makboel – Polagan ini adalah jalan kabupaten, sedangkan berdasarkan kelasnya, jalan ini adalah jalan kelas III. Adapun letak lokasi studi perencanaan peningkatan jalan ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.1 Peta Kabupaten Sampang – Jawa Timur



Gambar 3.2 Peta Lokasi Perencanaan Jalan

### 3.2 Metode Pengumpulan Data

Dalam studi ini, penulis mencari referensi dari beberapa sumber terkait dengan perencanaan perkerasan jalan. Dari beberapa literatur yang didapat, penulis mempelajari prosedur perhitungan tebal perkerasan lentur.

Data-data yang digunakan dalam studi perencanaan ini adalah data sekunder. Data sekunder yaitu sumber data yang diperoleh dari perusahaan atau badan tertentu dan pihak instansi terkait, data tersebut antara lain :

a. Data volume lalu lintas

Data volume lalu lintas menggunakan data LHR dan data banyaknya kendaraan bermotor menurut jenisnya di Kabupaten Sampang. Dimana data Lalu lintas Harian Rata-rata pada tahun 2015 diperoleh dari kantor Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur dengan surveyor Consultan Hirfi Studio. Sedangkan data banyaknya kendaraan bermotor menurut jenisnya di Kabupaten Sampang tahun 2012 sampai tahun 2014 yang diperoleh dari kantor Badan Pusat Statistik Kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur.

b. Data CBR

Data CBR tanah dasar tahun 2016, diperoleh dari kantor Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Kabupaten Sampang dengan surveyor Consultan Hirfi Studio, Provinsi Jawa Timur.

c. Data Harga Satuan Bahan, Upah dan Peralatan

Data Harga Satuan Bahan, Upah dan Peralatan tahun 2016 , diperoleh dari kantor Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur.

d. Data Gambar Jalan

Data gambar jalan diperoleh dari kantor Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur bekerjasama dengan Consultan Hirfi Studio tahun 2016

e. Data Curah Hujan

Data curah hujan lima tahun terakhir yaitu pada tahun 2010, tahun 2011, tahun 2012, tahun 2013 dan tahun 2014, diperoleh dari kantor Badan Pusat Statistik ( BPS ) Kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur.

### **3.3 Metode Analisa Studi**

#### **3.3.1 Kriteria Perencanaan**



Kriteria Perencanaan Jalan Makboel – Polagan direncanakan sesuai Peraturan Menteri PU no. 19 tahun 2011. Yang direncanakan ke dalam fungsi jalan lokal, dan di rencanakan jumlah jalur sebanyak 2 lalur sesuai peraturan SKBI-2.3.26 tahun 1987 yang merupakan lebar jalan tidak kurang dari 5,5 meter dan tidak lebih dari 8,25 meter lebar jalan yang sesudah di tentukan.

### 3.3.2 Metode Analisa Studi

Dalam metode analisa studi ini, akan dijelaskan langkah-langkah dalam perencanaan perkerasan lentur. Adapun langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan data-data yang diperlukan ( data LHR, Data Pertumbuhan Lalu Lintas, Data CBR dll )
2. Pentapan Kriteria Teknis Jalan

Dalam menetapkan Kriteria Teknis Jalan, mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor:19/PRT/M/2011 tentang persyaratan teknis jalan dan kriteria perencanaan teknis jalan. Berdasarkan fungsinya, jalan Makboel - Polagan ini merupakan jalan lokal, berdasarkan status jalan Makboel - Polagan ini adalah jalan kabupaten, sedangkan berdasarkan kelasnya, jalan ini adalah jalan kelas III yang akan dinaikan menjadi kelas II.

3. Pengolahan Data Perkerasan
4. Menetapkan Umur Rencana

5. Perhitungan Daya Dukung Tanah ( Data CBR Tanah )

6. Perhitungan LER

a. Perhitungan LEP

b. Perhitungan LEA

c. Perhitungan LET

7. Menentukan Indeks Tebal Perkerasan ( ITP )

8. Menentukan Faktor Regional ( FR )

9. Menentukan Indeks Tebal Perkerasan Akhir

Dalam penentuan indeks tebal perkerasan akhir, jika batasan ITP memenuhi maka dilanjutkan ke langkah selanjutnya. Jika tidak, maka kembali ke perhitungan LER semula.

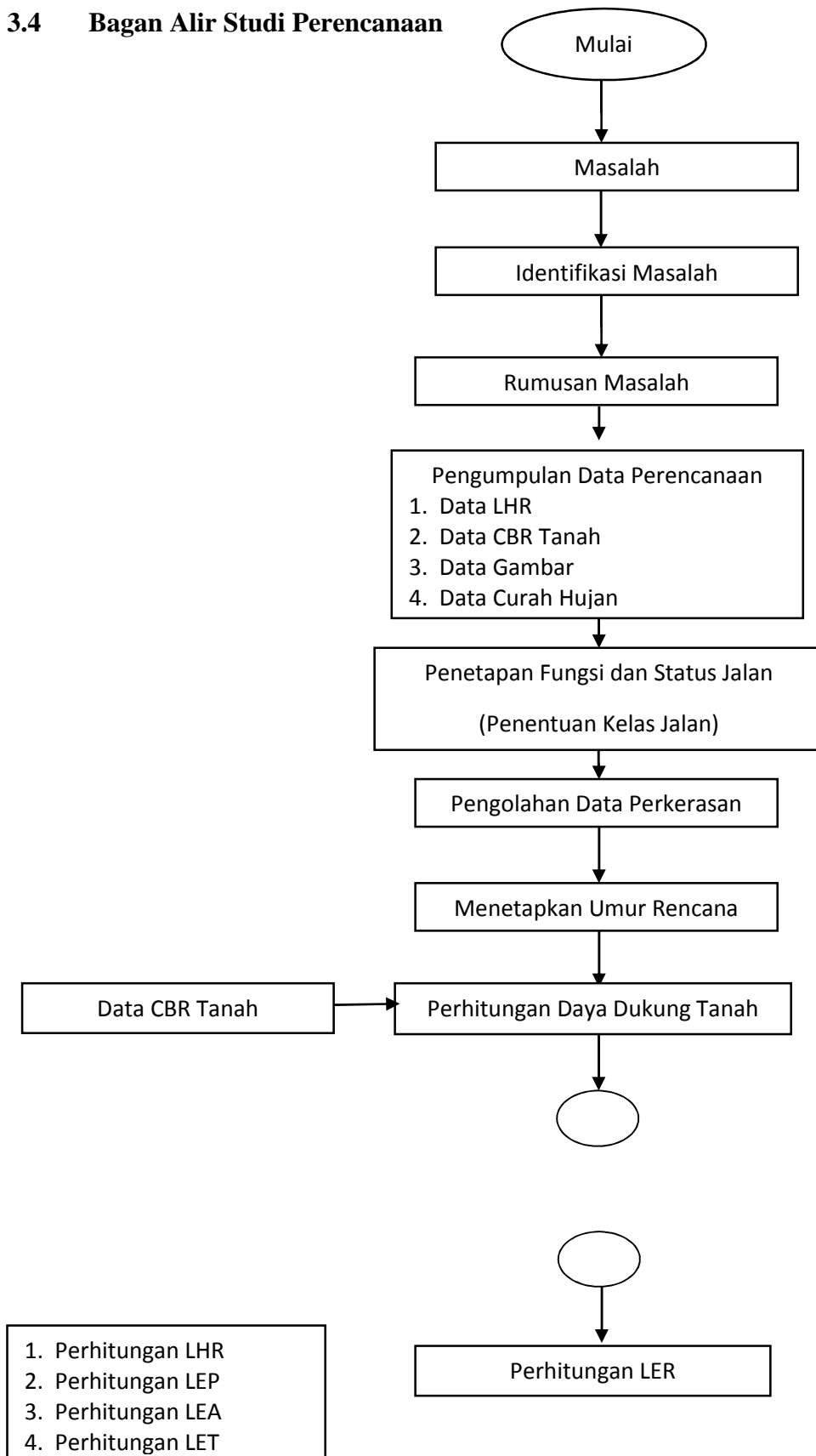
10. Menetapkan Tebal Perkerasan

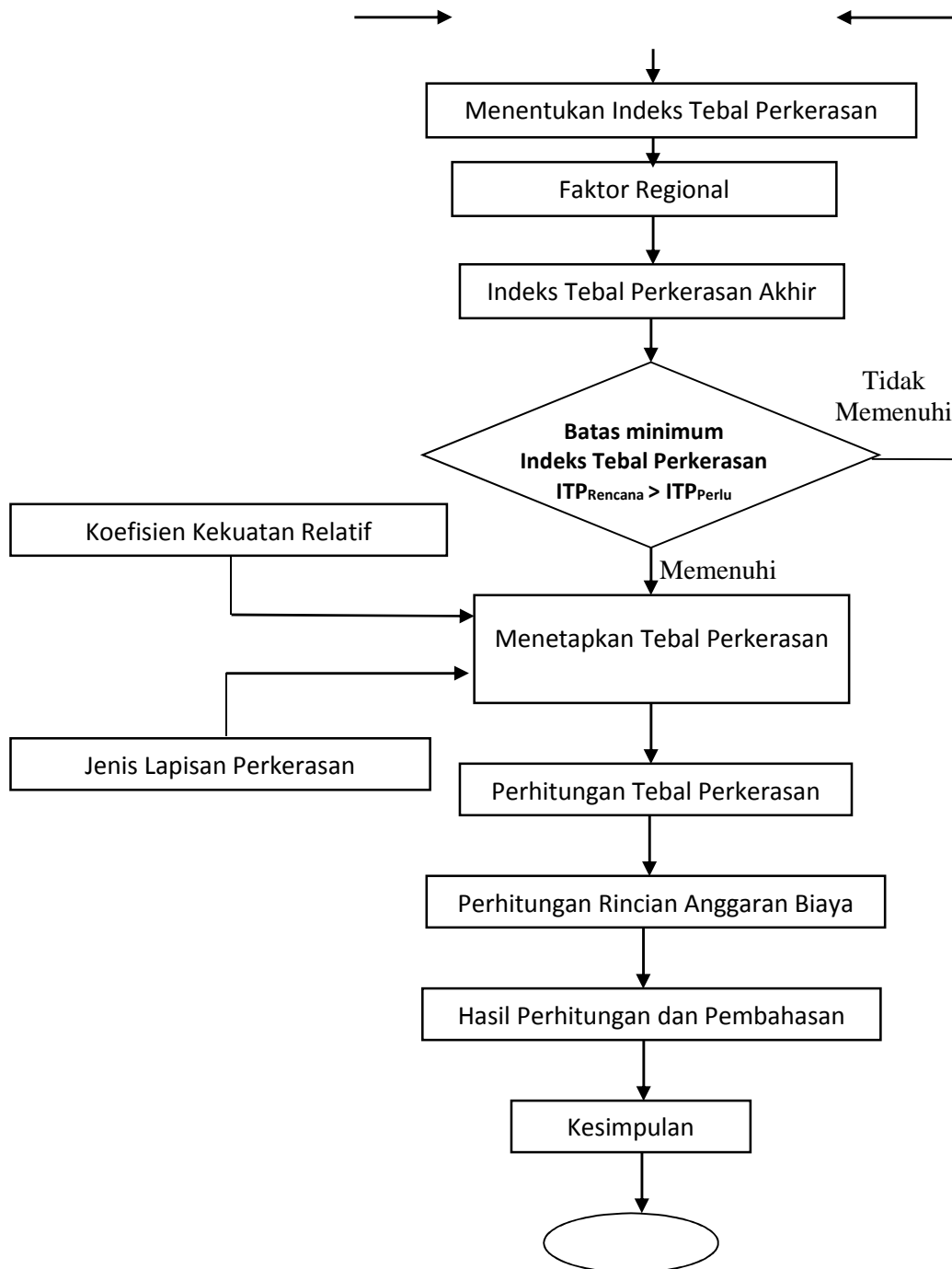
Dalam penetapan tebal perkerasan, ditentukan koefisien kekuatan relatif dan jenis lapisan perkerasan yang akan digunakan.

11. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Dalam perhitungan rencana anggaran biaya, termasuk menentukan volume pekerjaan dari perkerasan lentur, analisa biaya ( *unit price* ), dan rekapitulasi RAB. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya ini mengacu kepada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor

### 3.4 Bagan Alir Studi Perencanaan





Gambar 3.3 Diagram Alir Studi Perencanaan

## BAB IV

### PERENCANAAN PERKERASAN LENTUR

#### **4.1 Gambaran Umum Lokasi Studi**

Ruas jalan Makboel – Polagan merupakan jalan lokal dengan type jalan 1 jalur, 2 lajur, 2 arah. Lebar rencana badan jalan 11,00 m yang terdiri dari jalur Lalu Lintas 7,00 m dan bahu jalan kiri-kanan masing-masing 2,00 m sesuai dengan persyaratan teknis jalan untuk ruas jalan dalam sistem jaringan jalan primer peraturan menteri pekerjaan umum nomer 19 tahun 2011.

Berdasarkan fungsinya, jalan lintas Makboel – Polagan ini merupakan jalan lokal dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang. Berdasarkan statusnya, jalan lintas Makboel – Polagan ini adalah jalan kabupaten, sedangkan berdasarkan kelasnya, jalan ini adalah jalan kelas III.

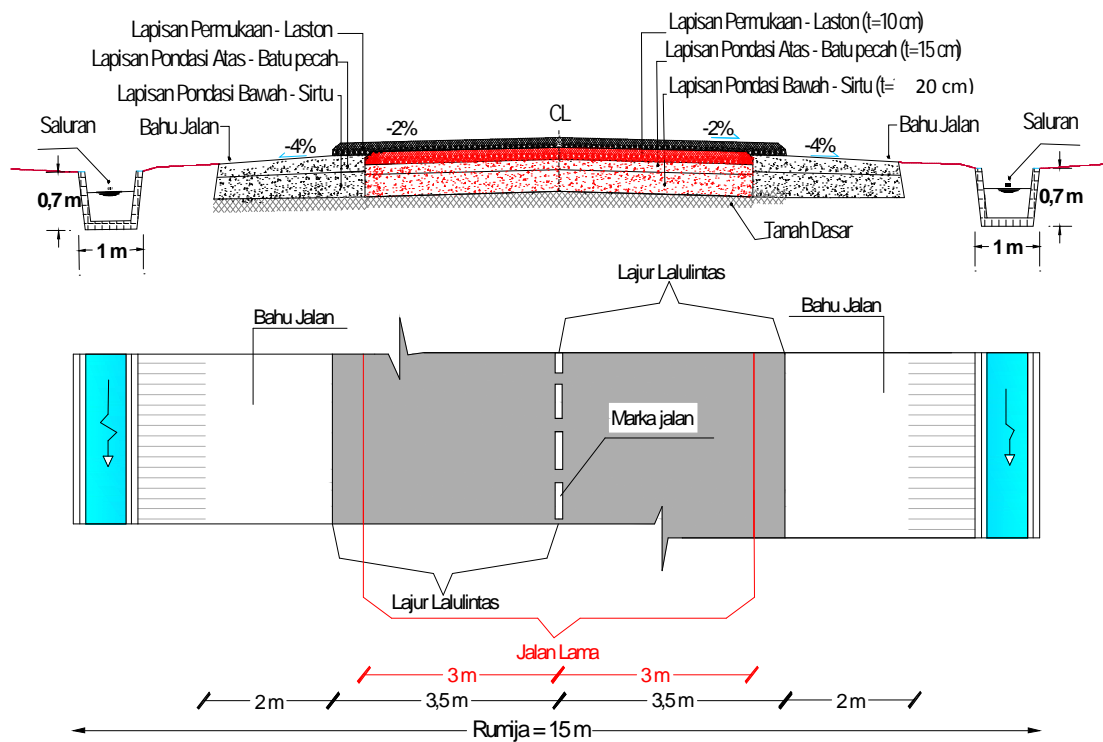
Untuk keadaan topografinya, jalan lintas ini berada di daerah jalur alternatif lintas selatan. Banyaknya kendaraan berat yang melintas di sepanjang jalan lintas Makboel – Polagan ini diakibatkan oleh para pengguna jalan yang menjadikan jalan ini sebagai salah satu jalan alternatif untuk menghindari kemacetan dan jalan rusak di jalan Samsul Arifin. Pada perencanaan peningkatan kelas jalan ini, ruas jalan Makboel – Polagan akan direncanakan peningkatan kelas jalan dari jalan kelas III menjadi jalan kelas II dan pelebaran jalan.

#### **4.2 Penetapan Kriteria Teknis Jalan**

Dalam menetapkan Kriteria Teknis Jalan, mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor:19/PRT/M/2011 tentang persyaratan teknis jalan dan kriteria perencanaan teknis jalan

- |    |              |   |                 |
|----|--------------|---|-----------------|
| a. | Fungsi Jalan | : | Jalan Lokal     |
| b. | Status Jalan | : | Jalan Kabupaten |

- c. Kelas Jalan : Kelas II
- d. Type Jalan : 1 jalur, 2 lajur 2 arah
- e. Lebar Lajur Lalulintas : 2 x 3,5 m
- f. Lebar Badan Jalan : 2 x 2 m
- g. Rumija : 15 m
- h. Kemiringan Perkerasan Jalan : 2 % (*Lampiran Permen Pu no.19*)
- i. Kemiringan Bahu Jalan : 4 % (*Lampiran Permen Pu no.19*)
- j. Umur Rencana Jalan : 5 tahun
- k. Rencana Jenis Perkerasan : Laston ( lapisan aspal beton )



Gambar 4.1 Sketsa Melintang Jalan

### 4.3 Analisa Perkerasan

#### 4.3.1 Analisa Lalulintas

Data Perencanaan ruas jalan Makboel – Polagan sebagai berikut :

1. Perencanaan jalan tahun 2016
2. Pelaksanaan pekerjaan jalan Thn. 2013 - 2016 (n = 3)
3. Waktu jalan dibuka 2017
4. Umur rencana jalan (UR) = 5 tahun
5. Rata-rata pertumbuhan jumlah kendaraan per tahun (i)

Untuk membandingkan nilai pertumbuhan lalu lintas rata-rata jumlah kendaraan pertahun, maka perhitungan nilai rata-rata pertumbuhan jumlah kendaraan pertahun dihitung dari total jumlah kendaraan menurut data LHR jalan Makboel dan total jumlah kendaraan menurut banyaknya kendaraan bermotor di Kabupaten Sampang. Perhitungan pertumbuhan lalu lintas rata-rata yang dimaksud sebagai berikut:

a) Perhitungan pertumbuhan lalu lintas rata-rata menurut data LHR:

Tabel 4.1 Lalu lintas Harian Rata-rata Jalan Makboel Pada Tahun 2013 Sampai Tahun 2015

No	Jenis Kendaraan	Tahun 2013	Tahun 2014	Tahun 2015
1	Sepeda Motor	1003 kend/hari	1053 kend/hari	1124 kend/hari
2	Mobil Penumpang 2 ton	721 kend/hari	751 kend/hari	769 kend/hari
3	Bus 8 ton	41 kend/hari	52 kend/hari	61 kend/hari
4	Truk 2 as 13 ton	66 kend/hari	79 kend/hari	89 kend/hari
5	Truk 3 as 20 ton	142 kend/hari	154 kend/hari	171 kend/hari
jumlah kend/hari		1973	2089	2214
Jumlah kend/tahun		720145	762485	808110

Sumber: PU Bina Marga kabupaten Sampang

Contoh perhitungan pertumbuhan lalu lintas rata – rata pada tahun 2013

sampai tahun 2015 untuk mobil penumpang dari data LHR:

o LHR bus tahun 2013 = 41 kendaraan

○ LHR bus tahun 2014 = 52 kendaraan

○ LHR bus tahun 2015 = 61 kendaraan

Pertumbuhan lalulintas tahun 2013 – 2014

$$i = \frac{52 - 41}{52} \times 100\% = 3,7 \%$$

Pertumbuhan lalulintas tahun 2014 – 2015

$$i = \frac{61 - 52}{61} \times 100\% = 4,3 \%$$

Maka pertumbuhan lalulintas rata-rata untuk mobil penumpang dari data LHR adalah :

$$i = \frac{3,7 + 4,3}{2} = 4,0 \%$$

Dengan cara yang sama hasil perhitungan dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4.2 Pertumbuhan Lalulintas Harian Rata-rata Setiap Kendaraan Di Jalan Makboel Pada Tahun 2013 Sampai Tahun 2015

No	Jenis Kendaraan	Tahun 2013 - 2014	Tahun 2014 - 2015	Pertumbuhan Rata-rata Setiap Kendaraan
1	Sepeda Motor	4.7 %	6.3 %	5.5 %
2	Mobil Penumpang 2 ton	4.0 %	6.3 %	5.2 %
3	Bus 8 ton	3.7 %	4.3 %	4,0 %
4	Truk 2 as 13 ton	3.5 %	4.2 %	3.5 %
5	Truk 3 as 20 ton	2.8 %	3.9 %	3.6 %

b) Total jumlah kendaraan menurut data Kendaraan Bermotor di

Kabupaten Sampang Pada Tahun 2012 sampai tahun 2014 :

Tabel 4.3 Kendaraan Bermotor di Kabupaten Sampang Pada Tahun 2012 Sampai Tahun 2014

No	Jenis Kendaraan	Tahun 2012	Tahun 2013	Tahun 2014
1	Mobil Penumpang 2 ton	209	209	184
2	Bus 8 ton	99	103	109
3	Pick Up	1924	1948	2522
4	Truk	1103	1129	1564



*Sumber: Badan Pusat Statistik Kab.Sampang*

Contoh perhitungan pertumbuhan lalu lintas rata – rata pada tahun 2013 sampai tahun 2015 untuk bus dari data jumlah kendaraan bermotor di Kabupaten Sampang, sebagai berikut :

- o Jumlah bus tahun 2012 = 99 kendaraan
- o Jumlah bus tahun 2013 = 103 kendaraan
- o Jumlah bus tahun 2014 = 109 kendaraan

Pertumbuhan lalu lintas tahun 2012 – 2013

$$i = \frac{103 - 99}{103} \times 100\% = 3,9 \%$$

Pertumbuhan lalu lintas tahun 2013 – 2014

$$i = \frac{109 - 103}{109} \times 100\% = 5,5 \%$$

Maka pertumbuhan lalu lintas rata-rata menurut data banyaknya kendaraan bermotor di Kabupaten Sampang adalah :

$$i = \frac{3,9 + 5,5}{2} = 6,6 \%$$

Dengan cara yang sama hasil perhitungan dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4.4 Pertumbuhan Kendaraan Di Kabupaten Sampang Pada Tahun 2012 Sampai Tahun 2014

No	Jenis Kendaraan	Tahun 2012 - 2013	Tahun 2013 - 2014	Pertumbuhan Rata-rata Setiap Kendaraan
1	Mobil Penumpang 2 ton	0 %	13,59 %	6,79 %
2	Bus	3,9 %	5,5 %	6,64 %
3	Pick Up	1,2 %	12,76 %	6,98 %
4	Truk	2,3 %	2.81 %	2,21 %
5	Khusus/Kendaraan Khusus	0 %	4,17 %	2,08 %

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai pertumbuhan lalulintas dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut :

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan yaitu pada data LHR apabila hasil pertumbuhan seluruh kendaraan di jumlahkan dan dirata-rata mendapatkan nilai sebesar 4,46 %. Sedangkan nilai pertumbuhan lalulintas menurut banyaknya kendaraan bermotor di Kabupaten Sampang apabila hasil pertumbuhan seluruh kendaraan dijumlah dan dirata-rata mendapatkan nilai sebesar 4,94 %. Namun dalam perhitungan LHR awal umur rencana dan LHR akhir umur rencana, maka digunakan nilai pertumbuhan lalulintas menurut data LHR karena nilai total kendaraan yang melalui jalan Makboel yang didapatkan dari data LHR, bukan dari banyaknya kendaraan yang ada di kabupaten Sampang.

6. Faktor pengali dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP) :

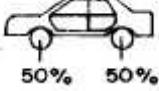


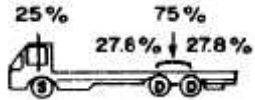
- Sepeda Motor : 0,5
- Mobil penumpang : 1,0
- Truk ringan (berat kotor 5 ton) : 2,0
- Truk sedang (berat kotor 5-10 ton): 2,5

- Truk berat (berat kotor > 10 ton) : 3,0
- Bus : 3,0

(Sumber : Alamsyah, 2006 : 12)

7. Data lalu lintas pada tahun 2015 pada ruas jalan Makboel – Polagan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5 Pertumbuhan Kendaraan Di Kabupaten Sampang Pada Tahun 2015

Lalu Lintas Harian Rata-Rata 2015 ( 2 arah )		
KENDARAAN	LHR Rata-Rata	Distribusi Beban Sumbu
Sepeda Motor	1124	
Mobil	769	
Bus Sedang 8 ton	61	
Truk Kecil 2 as 13 ton	89	
Truk Besar 3 as 20 ton	171	

Sumber : Data Dinas Pekerjaan Umum Kab. Sampang Tahun 2015

Data lalu lintas adalah jumlah jenis kendaraan yang hendak memakai jalan yang memiliki sifat beragam, bervariasi baik ukuran, berat total, konfigurasi sumbu dan beban sumbu. Oleh karena itu data lalu lintas umumnya dikelompokkan atas beberapa kelompok yang masing masing kelompok diwakili oleh satu jenis kendaraan. Seperti, mobil, bus, truk, dan lain-lain. Namun khusus sepeda motor tidak dihitung karena tidak memiliki susunan gandar dan tidak berpengaruh pada perkerasan.

8. Menghitung Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR) Awal Umur Rencana Tahun 2017

Rumus : Jumlah kendaraan tahun 2015 x ( 1 + i )<sup>n</sup>.....(2.1)

n : 2 tahun

i : Pertumbuhan lalulintas pada setiap kendaraan per tahun

Perhitungan LHR awal rencana :

a. Mobil Penumpang 2 ton : 769 x (1+0,052)<sup>2</sup> = 858 kend/hari

b. Bus 8 ton : 61 x (1+0,040)<sup>2</sup> = 68 kend/hari

c. Truk 2 as 13 ton : 89 x (1+0,035)<sup>2</sup> = 99 kend/hari

d. Truk 2 as 20 ton : 171 x (1+0,036)<sup>2</sup> = 191 kend/hari

#### 9. Menghitung Lalulintas Harian Rata-rata (LHR) Akhir Umur Rencana Tahun 2022

Rumus : Jumlah kendaraan Awal Umur Rencana x ( 1 + i ).....(2.1)

n : 5 tahun

i : Pertumbuhan lalulintas pada setiap kendaraan per tahun

Perhitungan :

a. Mobil Penumpang 2 ton : 858 x (1+0,052)<sup>5</sup> = 1126 kend/hari

b. Bus 8 ton : 68 x (1+0,040)<sup>5</sup> = 89 kend/hari

c. Truk 2 as 13 ton : 99 x (1+0,035)<sup>5</sup> = 130 kend/hari

d. Truk 2 as 20 ton : 191 x (1+0,036)<sup>5</sup> = 250 kend/hari

Tabel 4.6 Pertumbuhan Lalulintas Harian Rata-rata (LHR)

KENDARAAN	LHR 2017 Awal Umur Rencana (kendaraan/hari)	LHR 2022 Akhir Umur Rencana (kendaraan/hari)
Mobil	858	1126
Bus Sedang	68	89

Truk Kecil 2 as	99	130
Truk Besar 3 as	191	250
Jumlah	1215	1596

#### 10. Menghitung Lalulintas Harian Rata-rata (LHR) dalam Satuan Mobil

Penumpang (SMP)

Rumus = LHR akhir umur rencana x faktor pengali dalam SMP

a. Mobil Penumpang 2 ton :  $1126 \times 1,0 = 1126$

b. Bus 8 ton :  $89 \times 3,0 = 267$

c. Truk 2 as 13 ton :  $130 \times 3,0 = 390$

d. Truk 3 as 20 ton :  $250 \times 3,0 = 750$

---

Jumlah = 2536 SMP/hari

#### 11. Menghitung Angka Ekuivalen (E) Tipe Kendaraan

Angka ekuivalen (E) dari suatu beban kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu kendaraan. Angka ekuivalen beban sumbu kendaraan dapat dilihat dalam tabel 2.5. berikut ini :

Tabel 2.3. Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
<b>1000</b>	2205	<b>0,0002</b>	-
2000	4409	0,0036	0,0003
<b>3000</b>	6614	<b>0,0183</b>	0,0016
<b>4000</b>	8818	<b>0,0577</b>	0,0050
<b>5000</b>	11023	<b>0,1410</b>	0,0121
<b>6000</b>	13228	<b>0,2923</b>	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
<b>8000</b>	17637	<b>0,9238</b>	0,0794
8160	18000	1,0000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940

(Sumber : Metode Analisa Bina Marga SKBI 2.3.26.1987)

Perhitungan Angka Ekvivalen pada masing-masing kendaraan dapat ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.7. Perhitungan Angka Ekvivalen

KENDARAAN	Beban Sumbu (ton)	Angka Ekvivalen
Kendaraan ringan 2 ton	2 ( 1 + 1 )	$0,0002 + 0,0002 = 0,0004$
Bus 8 ton	8 ( 3 + 5 )	$0,0183 + 0,1410 = 0,1593$
Truk 2 as 13 ton	13 ( 5 + 8 )	$0,1410 + 0,9238 = 1,0648$
Truk 3 as 20 ton	20 ( 6 + 14 )	$0,2923 + 0,7452 = 1,0375$

## 12. Menghitung LEP, LEA, LET, LER

### a) Menghitung Lintas Ekvivalen Permulaan (LEP)

LEP dihitung dengan menggunakan rumus :

$$LEP = \sum_{j=1}^n L_j \times C_j \times E_j \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana nilai koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan berdasarkan tabel 2.2. berikut ini:

Tabel 2.2. Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan*)		Kendaraan Berat**)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,000
<b>2 lajur</b>	0,60	<b>0,50</b>	0,70	<b>0,500</b>
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,450
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,400

(Sumber : Metode Analisa Bina Marga SKBI 2.3.26.1987)

Perhitungan LEP untuk masing – masing kendaraan sebagai berikut:

a. Mobil Penumpang 2 ton	: 858	x 0,50 x 0,0004	= 0,17
b. Bus 8 ton	: 68	x 0,50 x 0,1593	= 5,42
c. Truk 2 as 13 ton	: 99	x 0,50 x 1,0648	= 52,86
d. Truk 3 as 20 ton	: 191	x 0,50 x 1,0375	= 115,95
Jumlah LEP			= 174,38

b) Lintas ekivalen akhir (LEA) adalah jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal pada jalur rencana yang diduga terjadi pada akhir umur rencana. LEA dihitung dengan menggunakan rumus :

$$LEA = \sum_{j=1}^n L_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j \dots \dots \dots (2.3)$$

Perhitungan LEA untuk masing – masing kendaraan sebagai berikut:

a. Mobil Penumpang 2 ton	: 1126	x 0,50 x 0,0004	= 0,23
b. Bus 8 ton	: 89	x 0,50 x 0,1593	= 7,11
c. Truk 2 as 13 ton	: 130	x 0,50 x 1,0648	= 69,39
d. Truk 3 as 20 ton	: 250	x 0,50 x 1,0375	= 152,26
Jumlah LEA			= 228,99

- c) Lintas ekivalen tengah ( LET ) adalah jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal pada jalur rencana yang diduga terjadi pada pertengahan umur rencana. LET dihitung dengan menggunakan rumus :

$$LET = \frac{1}{2} \times ( LEP + LEA ) \dots\dots\dots(2.4)$$

Perhitungan LET untuk masing – masing kendaraan sebagai berikut:

- |                          |   |          |
|--------------------------|---|----------|
| a. Mobil Penumpang 2 ton | : $\frac{1}{2} \times (0,17+0,23)$      | = 0,2    |
| b. Bus 8 ton             | : $\frac{1}{2} \times (5,42+ 7,11)$     | = 6,265  |
| c. Truk 2 as 13 ton      | : $\frac{1}{2} \times (52,86+ 69,39)$   | = 61,125 |
| d. Truk 3 as 20 ton      | : $\frac{1}{2} \times (115,95+ 124,27)$ | = 120,11 |
|                          |   | <hr/>    |
| Jumlah LET               |   | = 187,7  |

- d) Lintas ekivalen rencana (LER) adalah suatu besaran yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan jumlah lintas ekivalen sumbu tunggal pada jalur rencana. LER dihitung dengan menggunakan rumus :

$$LER = LET \times \frac{U}{1} \dots\dots\dots(2.5)$$

Perhitungan LER untuk masing – masing kendaraan sebagai berikut:

- |                          |          |                      |          |
|--------------------------|----------|----------------------|----------|
| a. Mobil Penumpang 2 ton | : 0,2    | $\times \frac{5}{1}$ | = 0,1    |
| b. Bus 8 ton             | : 6,265  | $\times \frac{5}{1}$ | = 3,13   |
| c. Truk 2 as 13 ton      | : 61,125 | $\times \frac{5}{1}$ | = 30,56  |
| d. Truk 3 as 20 ton      | : 120,11 | $\times \frac{5}{1}$ | = 93,85  |
|                          |          |                      | <hr/>    |
| Jumlah LER               |          |                      | = 127,64 |



Tabel 4.8 Perhitungan LEP, LEA, LET, LER 5 Tahun

KENDARAAN	LEP	LEA	LET	LER
Mobil Penumpang	0,17	0,23	0,2	0,1
Bus 8 ton	5,42	7,11	6,265	3,13
Truk 2 as 10 ton	52,86	69,39	61,125	30,56
Truk 2 as 13 ton	115,95	152,26	120,11	93,85
Jumlah	174,38	228,99	187,7	127,64

#### 4.3.2 Perhitungan $CBR_{Desain}$

Nilai CBR dari data sekunder untuk setiap titik dari sta 0+000 s/d sta 1+700 dalah sebagai berikut:

Tabel 4.9 Nilai CBR Dari Data Sekunder Pada Ruas Jalan Makboel - Polagan dengan Interfal Jarak 100 meter

STA	CBR %	STA	CBR %
0+000	7,74	0+900	7,56
0+100	7,33	1+000	7,57
0+200	6,71	1+100	6,13
0+300	8,89	1+200	5,87
0+400	8,80	1+300	5,91
0+500	8,85	1+400	6,31
0+600	7,79	1+500	10,71
0+700	8,53	1+600	11,02
0+800	8,46	1+700	10,43

Perhitungan nilai CBR dari nilai pengujian DCP (Dynamic Cone Penetrometer) memiliki rumus yang berbeda dalam penggunaan rumus  $\log(CBR)$  tergantung dari sumber referensi rumus yang diambil. Untuk membandingkan besarnya nilai CBR dari data sekunder, maka dihitung kembali nilai CBR dari nilai pengujian DCP (Dynamic Cone Penetrometer) dengan rumus yang berbeda sebagai berikut :

- a. Perhitungan pengolahan CBR dari data sekunder menggunakan korelasi nilai CBR-DCP persamaan log model material agregat tanah dasar dan kohesif dengan rumus :

$$\text{Log(CBR)} = 2,8135 - 1,313 \text{ Log (DCPI)} \dots\dots\dots(2.7)$$

( Pedoman Bahan kontruksi sipil:2007)

Contoh perhitungan:

Tabel 4.10 Pengujian DCP pada Sta 0+600

DATA LAPANGAN			PERHITUNGAN		
Tumbukan (N)	Bacaan Mistar (mm)	Penurunan (DCPI) mm/blow	Nilai CBR		$h^3 \over C$
			Log CBR	CBR	
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	12.00	12.00	1.40	24.92	35.05
2	30.00	18.00	1.17	14.63	44.03
3	53.00	23.00	1.03	10.61	50.53
4	62.00	9.00	1.56	36.36	29.82
5	79.00	17.00	1.20	15.77	42.63
6	88.00	9.00	1.56	36.36	29.82
7	128.00	40.00	0.71	5.13	68.98
8	140.00	12.00	1.40	24.92	35.05
9	160.00	20.00	1.11	12.74	46.71
10	205.00	45.00	0.64	4.39	73.70
11	244.00	39.00	0.72	5.30	68.01
12	290.00	46.00	0.63	4.27	74.62
13	340.00	50.00	0.58	3.83	78.20
14	360.00	20.00	1.11	12.74	46.71
15	380.00	20.00	1.11	12.74	46.71
16	453.00	73.00	0.37	2.33	96.75
17	476.00	23.00	1.03	10.61	50.53
<b>Jumlah</b>		<b>476.00</b>			<b>917.86</b>

Contoh Perhitungan DCP menjadi CBR

- Penurunan (PR) mm/blow = bacaan mistar kedua – bacaan mistar pertama  
= 12.00 – 0 = 12.00

- $\text{Log (CBR)} = 2,8135 - 1,313 \text{ Log (DCPI)} = 2,8135 - 1,313 \text{ Log (12)} = 1,4$
- $\text{CBR} = 10^{\log \text{ CBR}} = 10^{1,4} = 24,92$
- $h^3 \overline{C} = 12^3 \overline{24,92} = 35,05$
- Perhitungan nilai CBR yang mewakili untuk setiap titik pengujian adalah sebagai berikut :

$$\overline{C}_T = \left\{ \frac{h_1^3 \overline{C}_1 + \dots + h_n^3 \overline{C}_n}{t_1^3} \right\}^{1/3} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

$h_n$  : tebal tiap lapis tanah ke n

total DCPI: tebal total lapisan tanah yang di amati dalam cm

$\text{CBR}_n$  : nilai CBR pada lapisan ke n

$$\overline{C}_T = \left\{ \frac{9,8}{4} \right\}^{1/3} = 7,17 \%$$

Dari perhitungan di atas, di dapatkan nilai CBR untuk setiap titik dari sta 0+000 s/d sta 1+700 dalah sebagai berikut:

Tabel 4.11 Nilai CBR Menggunakan Rumus dari Pedoman Bahan kontruksipil:2007 Pada Ruas Jalan Makboel - Polagan dengan Interfal Jarak 100 meter

STA	CBR %	STA	CBR %
0+000	7.13	0+900	7.03
0+100	6.82	1+000	7.02
0+200	6.19	1+100	5.98
0+300	8.24	1+200	5.47
0+400	8.19	1+300	5.47
0+500	8.21	1+400	5.75
0+600	7.17	1+500	10.3
0+700	7.98	1+600	10.56
0+800	7.84	1+700	10.01

- b. Perhitungan pengolahan CBR dari data sekunder menggunakan korelasi nilai

CBR-DCP persamaan log model material agregat tanah dasar dan kohesif

dengan rumus :

$$\text{Log(CBR)} = 2,60 - 1,07 \text{ Log (DCPI)} \dots \dots \dots (2.8)$$

(NCDOT (Pavement;1998))

Contoh perhitungan:

Tabel 4.10 Pengujian DCP pada Sta 0+600

DATA LAPANGAN			PERHITUNGAN		
Tumbukan (N)	Bacaan Mistar (mm)	Penurunan (DCPI) mm/blow	Nilai CBR		$h^{\frac{2}{3}} \overline{C}$
			Log CBR	CBR	
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	12.00	12.00	1.45	27.88	36.39
2	30.00	18.00	1.26	18.07	47.23
3	53.00	23.00	1.14	13.90	55.30
4	62.00	9.00	1.58	37.93	30.24
5	79.00	17.00	1.28	19.21	45.53
6	88.00	9.00	1.58	37.93	30.24
7	128.00	40.00	0.89	7.69	78.95
8	140.00	12.00	1.45	27.88	36.39
9	160.00	20.00	1.21	16.14	50.54
10	205.00	45.00	0.83	6.78	85.16
11	244.00	39.00	0.90	7.90	77.67
12	290.00	46.00	0.82	6.62	86.37
13	340.00	50.00	0.78	6.05	91.13
14	360.00	20.00	1.21	16.14	50.54
15	380.00	20.00	1.21	16.14	50.54
16	453.00	73.00	0.61	4.04	116.25
17	476.00	23.00	1.14	13.90	55.30
<b>Jumlah</b>		<b>476.00</b>			<b>1023.76</b>

Contoh Perhitungan DCP menjadi CBR

➤ Penurunan (PR) mm/blow

$$= \text{bacaan mistar kedua} - \text{bacaan mistar pertama} = 12.00 - 0 = 12.00$$

➤  $\text{Log (CBR)} = 2,60 - 1,07 \text{ Log (DCPI)} = 2,60 - 1,07 \text{ Log (12)} = 1,45$

➤  $\text{CBR} = 10^{\text{log CBR}} = 10^{1,45} = 27,88$

➤  $h^{\frac{2}{3}} \overline{C} = 12^{\frac{2}{3}} \overline{24,92} = 36,39$

➤ Perhitungan nilai CBR yang mewakili untuk setiap titik pengujian adalah sebagai berikut :

$$C_{T,P} = \left\{ \frac{h_1 \sqrt[3]{C_1} + \dots + h_n \sqrt[3]{C_n}}{t_P} \right\}^3 \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

$h_n$  : tebal tiap lapis tanah ke n

total DCPI: tebal total lapisan tanah yang di amati dalam cm

$CBR_n$  : nilai CBR pada lapidan ke n

$$C_{T,P} = \left\{ \frac{9}{4} \right\}^3 = 9,95 \%$$

Dari perhitungan di atas, di dapatkan nilai CBR untuk setiap titik dari sta 0+000 s/d sta 1+700 dalah sebagai berikut:

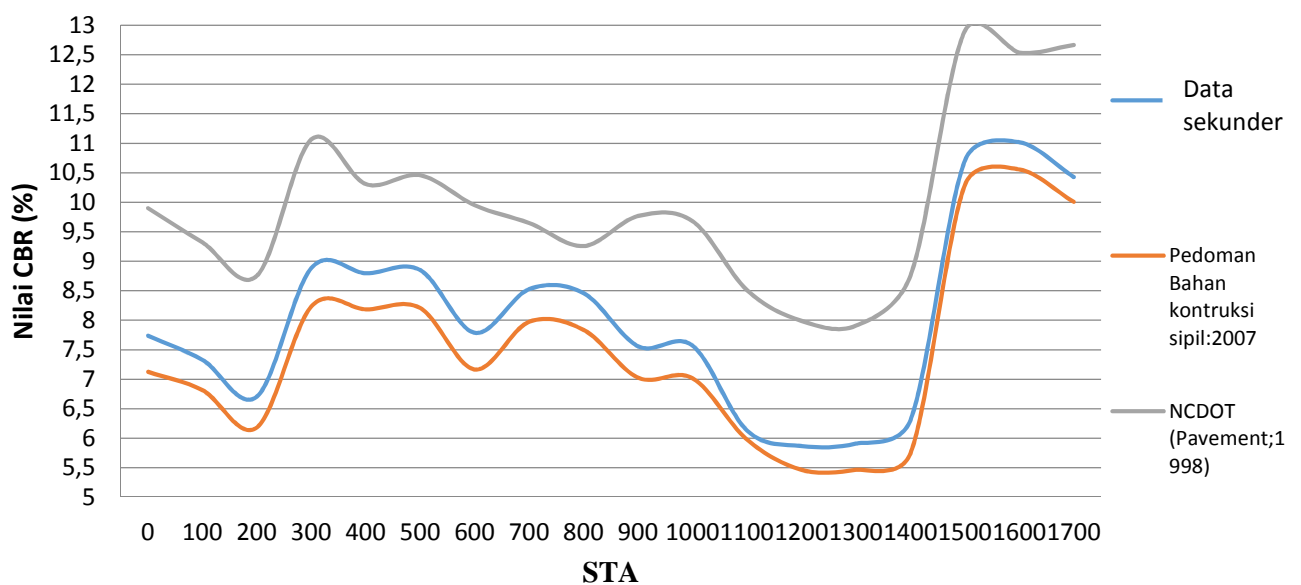
Tabel 4.12 Nilai CBR Menggunakan Rumus dari NCDOT Pada Ruas Jalan

Makboel - Polagan dengan interfal jarak 100 meter

STA	CBR %	STA	CBR %
0+000	9,90	0+900	9,77
0+100	9,32	1+000	9,68
0+200	8,76	1+100	8,51
0+300	11,07	1+200	7,99
0+400	10,31	1+300	7,91
0+500	10,46	1+400	8,76
0+600	9,95	1+500	12,91
0+700	9,65	1+600	12,54
0+800	9,26	1+700	12,67

Tabel 4.13 Perbandingan Hasil Perhitungan CBR dari rumus Log Model Yang Berbeda

(data sekunder)		Pedoman Bahan kontruksi sipil:2007		NCDOT (Pavement;1998)	
Log (CBR) = 2,2 – 0,71 x (log PR) <sup>1,5</sup>		Log(CBR) = 2,8135 – 1,313 Log (DCPI)		Log(CBR) = 2,60 – 1,07 Log (DCPI)	
STA	CBR %	STA	CBR %	STA	CBR %
0+000	7,74	0+000	7.13	0+000	9,90
0+100	7,33	0+100	6.82	0+100	9,32
0+200	6,71	0+200	6.19	0+200	8,76
0+300	8,89	0+300	8.24	0+300	11,07
0+400	8,80	0+400	8.19	0+400	10,31
0+500	8,85	0+500	8.21	0+500	10,46
0+600	7,79	0+600	7.17	0+600	9,95
0+700	8,53	0+700	7.98	0+700	9,65
0+800	8,46	0+800	7.84	0+800	9,26
0+900	7,56	0+900	7.03	0+900	9,77
1+000	7,57	1+000	7.02	1+000	9,68
1+100	6,42	1+100	5.99	1+100	8,51



Grafik 4.1 Perbandingan Hasil Perhitungan CBR dari Rumus Log Model Yang Berbeda

Berdasarkan table dan gambar grafik dari hasil perbandingan ketiga model rumus diatas, hasil pehitungan menggunakan rumus *NCDOT (Pavement;1998)* berbeda jauh dengan hasil pehitungan menggunakan rumus *Pedoman Bahan kontruksi sipil:2007*. Berdasarkan gambar grafik diatas, maka nilai CBR yang digunakan untuk perhitungan nilai  $CBR_{\text{segmen}}$ , menggunakan data CBR dari perhitungan yang menggunakan rumus dari *Pedoman Bahan kontruksi sipil:2007*,

karena dengan nilai CBR yang rendah, akan berpengaruh pada ketebalan lapisan aspal. Nilai CBR yang di gunakan dapat dilihat sebagai berikut:

**Tabel 4.11. Nilai CBR yang Menggunakan Rumus dari *Pedoman Bahan Kontruksi sipil:2007* Pada Ruas Jalan Makboel - Polagan dengan Interfal Jarak 100**

STA	CBR %	STA	CBR %
0+000	7.13	0+900	7.03
0+100	6.82	1+000	7.02
0+200	6.19	1+100	5.98
0+300	8.24	1+200	5.47
0+400	8.19	1+300	5.47
0+500	8.21	1+400	5.75
0+600	7.17	1+500	10.3
0+700	7.98	1+600	10.56
0+800	7.84	1+700	10.01

Berdasarkan nilai daya dukung tanahnya, ruas jalan tersebut dibagi menjadi 3 segmen untuk menentukan nilai  $CBR_{\text{segmen}}$ . Nilai  $CBR_{\text{segmen}}$  dapat ditentukan dengan cara anlitis maupun dengan cara grafis.

1. Nilai  $CBR_{\text{segmen}}$  apabila ditentukan dengan cara grafis :



Grafik 4.2 Pembagian Segmen



Gambar 4.2 Denah Lokasi CBR<sub>segmen</sub>

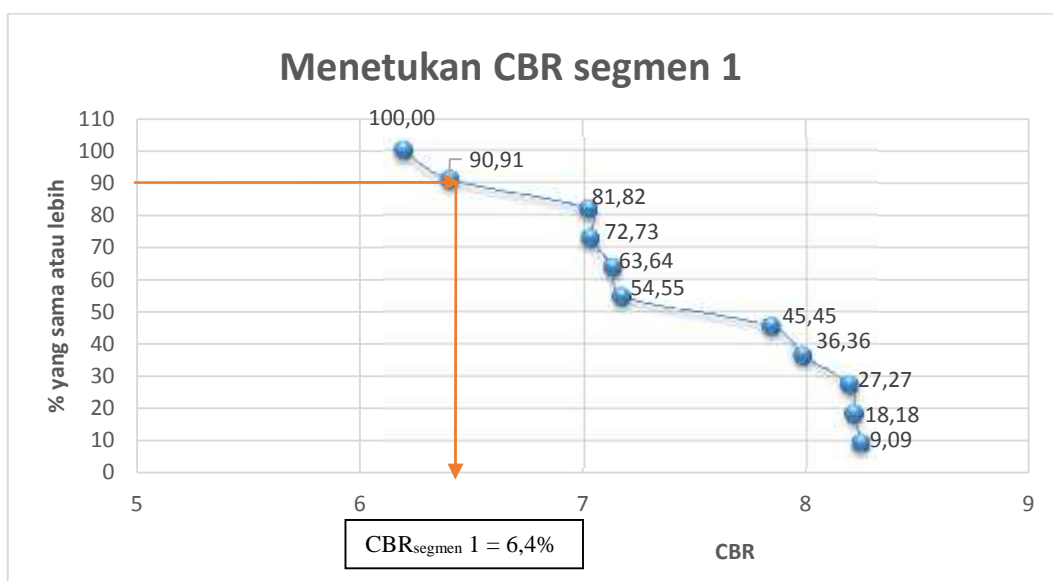
Selain menggunakan dengan cara grafik diatas, perhitungan CBR<sub>segmen</sub> Jalan secara grafik menurut buku Perkerasan lentur jalan raya (*Silvia Sukirman:1999*), dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

a) Perhitungan penentuan harga CBR<sub>segmen</sub> pada segmen 1:

CBR	Jumlah yang sama atau lebih besar	Persen (%) yang sama atau lebih besar				
6.19	11	11:11	x	100%	=	100.0 %
6.82	10	10:11	x	100%	=	90.9 %
7.02	9	9:11	x	100%	=	81.8 %
7.03	8	8:11	x	100%	=	72.7 %



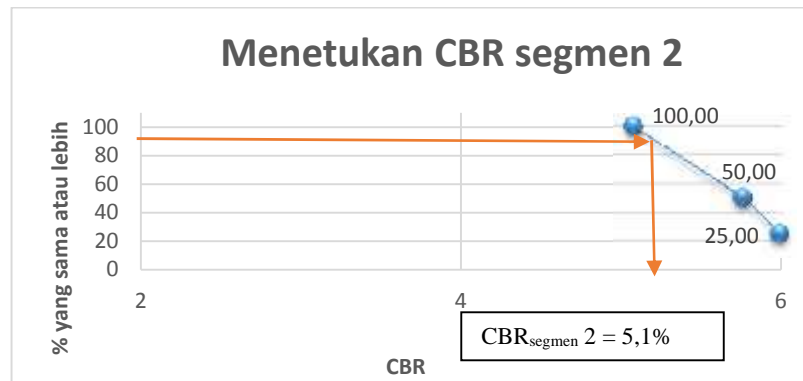
7.13	7	7:11	x	100%	=	63.6 %
7.17	6	6:11	x	100%	=	54.5 %
7.84	5	5:11	x	100%	=	45.5 %
7.98	4	4:11	x	100%	=	36.4 %
0.00	3	3:11	x	100%	=	27.3 %
0.00	2	2:11	x	100%	=	18.2 %
0.00	1	1:11	x	100%	=	9.1 %



Grafik 4.3 Grafik Untuk Menentukan CBR Segmen 1 dengan Cara Grafis menurut buku Perkerasan lentur jalan raya (*Silvia Sukirman:1999*),

b) Perhitungan nilai CBR<sub>segmen</sub> pada segmen 2 :

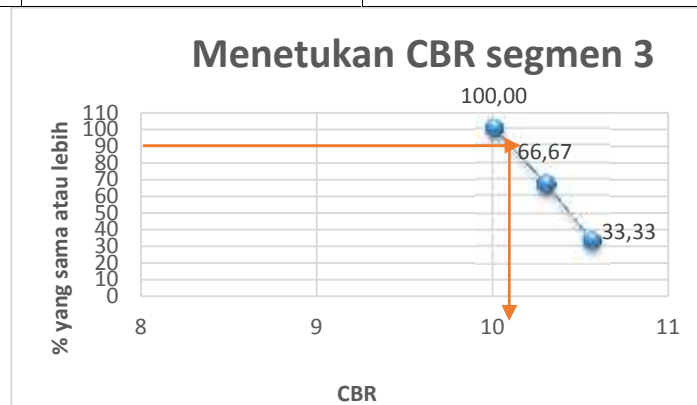
CBR	Jumlah yang sama atau lebih besar	Persen (%) yang sama atau lebih besar				
5.47	4	4:4	x	100%	=	100.0 %
5.75	2	2:4	x	100%	=	50.0 %
5.98	1	1:4	x	100%	=	25.0 %



Grafik 4.4. Grafik Untuk Menentukan CBR Segmen 2 dengan Cara Grafis menurut buku Perkerasan lentur jalan raya (*Silvia Sukirman:1999*)

a) Perhitungan nilai  $CBR_{\text{segmen}}$  pada segmen 3 :

CBR	Jumlah yang sama atau lebih besar	Persen (%) yang sama atau lebih besar				
10.01	3	3:3	x	100%	=	100.0 %
10.30	2	2:3	x	100%	=	66.7 %
10.56	1	1:3	x	100%	=	33.3 %



Grafik 4.5 Grafik Untuk Menentukan CBR Segmen 3 dengan Cara Grafis menurut buku Perkerasan lentur jalan raya (*Silvia Sukirman:1999*)

Dari grafik diatas, didapatkan  $CBR_{\text{segmen}}$  pada segmen 1 = 6,4% , dengan cara yang sama, pada segmen 2 = 5,16 % dan dengan cara yang sama didapatkan nilai CBR yang mewakili pada segmen 3 = 10,1 %. Dari perhitungan diatas menunjukkan nilai yang kurang lebih sama apabila menggunakan perhitungan

CBR<sub>segmen</sub> Jalan secara grafik pendekatan dan perhitungan CBR<sub>segmen</sub> Jalan secara grafik menurut buku Perkerasan lentur jalan raya (*Silvia Sukirman:1999*) .

2. Nilai CBR<sub>segmen</sub> apabila ditentukan dengan cara analitis :

$$\text{Rumus : CBR segmen} = \text{CBR rata-rata} - \frac{C_m - C_m}{R} \dots\dots\dots(2.6)$$

Tabel 2.6 Nilai R untuk perhitungan segmen

Jumlah Titik Pengamatan	Nilai R
1	1,41
<b>3</b>	<b>1,91</b>
<b>4</b>	<b>2,24</b>
5	2,48
6	2,67
7	2,83
8	2,96
9	3,08
<b>&gt; 10</b>	<b>3,18</b>

a. Segmen 1 sta 0+000 s/d sta 1+000

Nilai CBR : 7,13%; 6,82%; 6,19%; 8,24%; 8,19% 8,21%; 7,17%; 7,98%;  
7,84%; 7,03%; 7,02%

CBR<sub>rata-rata</sub> :

$$= \frac{7,13 + 6,82 + 6,19 + 8,24 + 8,19 + 8,21 + 7,17 + 7,98 + 7,84 + 7,03 + 7,02}{11}$$

$$= 7,44\%$$

CBR<sub>maks</sub> : 8,24 %

CBR<sub>min</sub> : 6,19 %

R : 3,18 (Lihat table 2.6)

$$\text{CBR}_{\text{segmen 1}} = 7,44 - ((8,24 - 6,19) / 3,18)$$

$$= 6,35 \%$$

- b. Segmen 2 sta 1+000 s/d sta 1+400

Nilai CBR : 5,98%; 5,47%; 5,47%; 5,75%

$$CBR_{rata-rata} = \frac{5,98 + 5,47 + 5,47 + 5,75}{4} = 5,7 \%$$

$$CBR_{maks} : 5,98\%$$

$$CBR_{min} : 5,47\%$$

$$R : 2,24 \text{ (Lihat table 2.6)}$$

$$CBR_{segmen 2} = 5,7 - (5,98 - 5,47) / 2,24 \\ = 5,16 \%$$

- c. Segmen 3 sta 1+500 s/d sta 1+700

Nilai CBR : 10,3%; 10,56%; 10,01%

$$CBR_{rata-rata} = \frac{10,3 + 10,56 + 10,01}{3} = 10,29\%$$

$$CBR_{maks} : 10,56 \%$$

$$CBR_{min} : 10,01 \%$$

$$R : 1,91 \text{ (Lihat table 2.6)}$$

$$CBR_{segmen 3} = 10,29 - (10,56 - 10,01) / 1,91 \\ = 9,41 \%$$

Tabel 4.13 Nilai CBR Rencana Persegmen

Segmen	CBR Rencana (%)
--------	-----------------

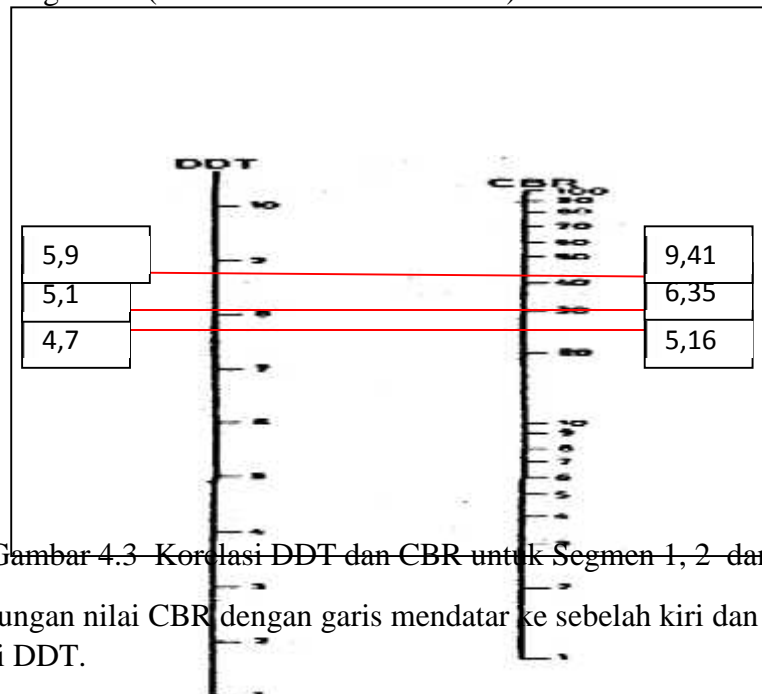
$CBR_{\text{segmen 1}}$	6,35 %
$CBR_{\text{segmen 2}}$	5,16 %
$CBR_{\text{segmen 3}}$	9,41 %

### 4.3.3 Menentukan Lapis Perkerasan

1. Menentukan Nilai Daya Dukung Tanah (DDT), berdasarkan nilai CBR rencana untuk masing – masing segmen dapat dihitung menggunakan cara grafis dan dengan cara analitis:

a. Perhitungan nilai DDT masingmasing segmen menggunakan cara grafis:

- Segmen 1 (STA00+000 – STA01+000) : CBR rencana = 6,35%
- Segmen 2 (STA01+000 – STA01+400) : CBR rencana = 5,16%
- Segmen 3 (STA01+500 – STA01+700) : CBR rencana = 9,41%



Gambar 4.3 Korelasi DDT dan CBR untuk Segmen 1, 2 dan 3

Catatan : Hubungan nilai CBR dengan garis mendatar ke sebelah kiri dan dapat diperoleh nilai DDT.

b. Perhitungan nilai DDT masing-masing segmen menggunakan dengan cara analitis:

- Segmen 1  $= 1,7 + 4,3 \log 6,35$

$$\begin{aligned}
 &= 5,1 \\
 \bullet \quad \text{Segmen 2} &= 1,7 + 4,3 \log 5,16 \\
 &= 4,7 \\
 \bullet \quad \text{Segmen 3} &= 1,7 + 4,3 \log 9,41 \\
 &= 5,9
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan nilai DDT masing-masing segmen menggunakan dengan cara grafis maupun dengan cara analitis memiliki hasil perhitungan yang sama.

## 2. Menentukan Faktor Regional (FR)

Faktor regional adalah faktor setempat, menyangkut keadaan lapangan dan iklim yang dapat mempengaruhi keadaan daya dukung tanah dasar dan perkerasan. Sesuai dengan pedoman Departemen Pekerjaan Umum seperti yang termuat pada Bab II Tinjauan Pustaka Tabel 2.7 Faktor Regional, maka pada perencanaan tebal perkerasan ruas jalan ini dapat diambil faktor regional sebagai berikut :

- a) Berdasarkan persyaratan teknis ruas jalan dalam system jaringan jalan sekunder untuk fungsi jalan lokal (kelas II), kelandaian paling besar 6 (*Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode Analisa Komponen, Departemen Pekerjaan Umum*)
- b) Persentase kendaraan berat dan kendaraan yang berhenti, berdasarkan data LHR tahun 2015, kendaraan yang memiliki berat lebih dari 5 ton yaitu bus 61 kendaraan, truk 2 as 89 kendaraan dan truk 3 as 171 kendaraan. Dengan jumlah total keseluruhan kendaraan 2214 kendaraan. Berdasarkan keterangan tersebut, maka Presentase kendaraan berat dapat di hitung sebagai berikut:

$$\text{Presentase Kendaraan Berat} = \frac{\sum \text{kend}(> 5\text{ton})}{\sum \text{kend}} \times 100\%$$

$$= \frac{61 + 89 + 171}{2214} \times 100\% = 14,5\% < 30\%$$

Tabel 4.14 Data Curah Hujan Bulanan Kecamatan Sampang Tahun 2010-2014  
*Sumber : Badan Pusat Statistik Kabupaten Sampang*

Tahun	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOP	DES	TOTAL
2010	142	279	124	289	151	117	307	17	54	301	258	262	2301
2011	11	21	158	217	206	0	0	0	0	0	199	334	1146
2012	246	220	117	59	59	110	0	0	0	0	45	356	1272
2013	435	283	456	196	171	243	128	0	0	0	194	229	2335
2014	93	245	159	228	63	74	60	0	0	0	176	125	1223

Berdasarkan data curah hujan selama 5 tahun (2010 – 2014) jumlah curah

hujan perahun =  $\frac{8286}{5} = 1657,2$  mm/tahun. Jadi iklim pada Kecamatan

Sampang lebih dari 900 mm/th

Berdasarkan Tabel 2.7 Faktor Regional Bab II Tinjauan Pustaka Hal 34,  
maka faktor regional yang diperoleh,yaitu:

Iklim I > 900 mm/th, Kelandaian 6 – 10 % , diambil FR = 2,0

### 3. Menentukan Indeks Permukaan (IP) pada akhir umur rencana

Dalam menentukan IP pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor – faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekivalen rencana (LER).dimana jumlah LER = 127,64 dan dengan klasifikasi jalan local. Menurut Petunjuk Perencanaan Tebal Perkrasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen (1987 : 10), maka Indeks Permukaan (IP) pada akhir umur rencana yang diperoleh 2,0.

### 4. Menentukan Indeks Permukaan (IPo) pada awal umur rencana

Indeks Permukaan pada awal umur rencana (IPo) berdasarkan tabel 2.8. IP pada awal umur rencana maka diperoleh :

a) Jenis Permukaan : LASTON

Mengingat banyaknya kendaraan besar yang melalui jalan Makboel – Polagan ini, jenis lapisan penutup kontruksi permukaan perkerasan jalan (kerataan/kehalusan serta kekokohan) yang dipilih menggunakan jenis Laston. Karena jenis lapisan ini merupakan campuran homogen antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu yang menghasilkan lapisan penutup kontruksi permukaan perkerasan jalan yang umur pengoperasiannya bisa lebih awet dan struktur kontruksinya bisa tahan lama.

b) IPo : 4 ( 1000 , lapis permukaan jalan dengan kerataan yang rata)

#### 5. Menentukan Indeks Tebal Perkerasan ( $\overline{I_T}$ )

Indeks tebal perkerasan adalah suatu angka yang berhubungan dengan penentuan tebal perkerasan. Sesuai pedoman Departemen Pekerjaan Umum untuk perencanaan tebal perkerasan jalan baru adalah sebagai berikut :

a. CBR tanah dasar dan nilai DDT

Tabel 4.15 Nilai DDT

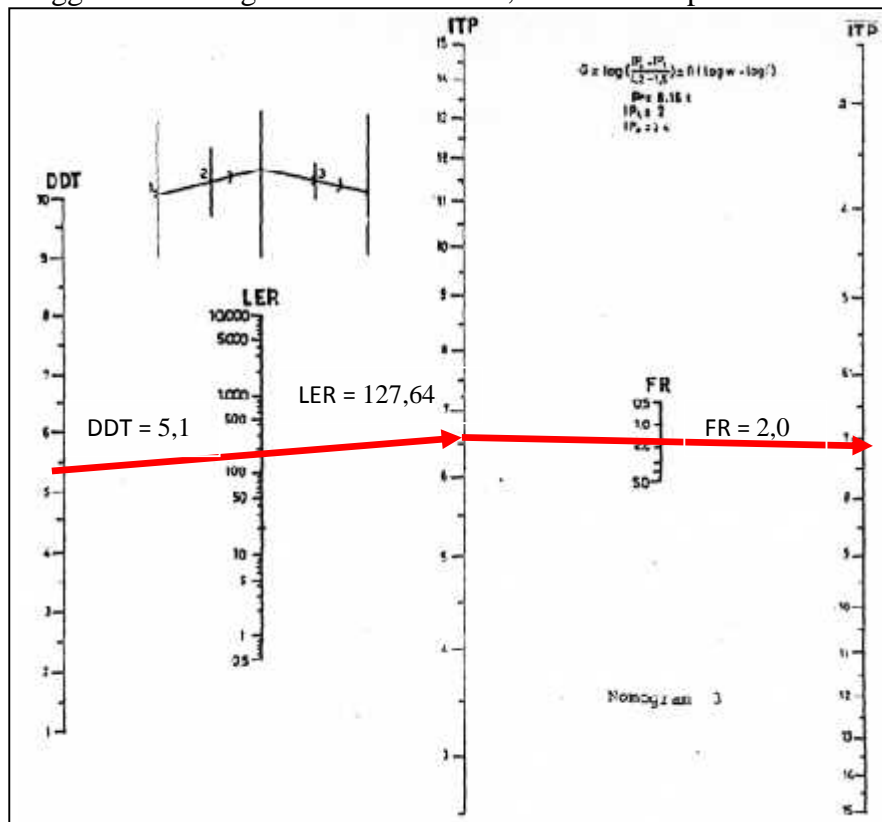
SEGMENT	STA	NILAI CBR RENCANA	NILAI DDT
1	0+000 - 1+000	6,35	5,1
2	1+000 - 1+500	5,16	4,7



3	1+500 - 1+781	9,41	5,9
---	---------------	------	-----

- b. LER = 100 - 1000, Klasifikasi jalan Lokal, diambil IP = 2,0 (tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap)
- c. Lapis Perkerasan = Laston, IPO = 4
- d. Dari nomogram 3 diperoleh nilai  $\overline{I_t}$

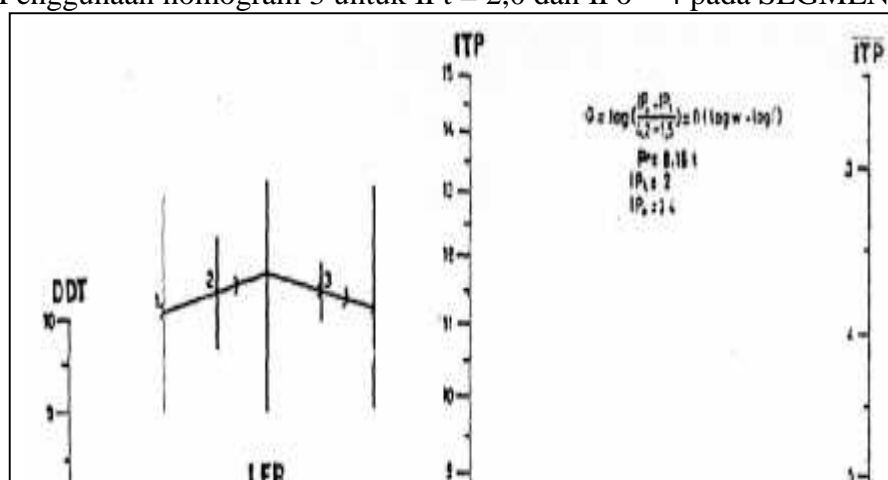
- Penggunaan nomogram 3 untuk IPt = 2,0 dan IPO = 4 pada SEGMENT 1

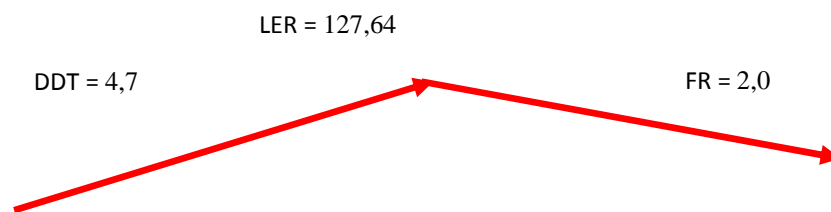


Gambar 4.4 Nilai ITP Berdasarkan Nomogram 3

Segmen 1 dengan nilai CBR = 6,35% , DDT = 5,1 , nilai LER = 127,64 (umur rencana 5 tahun), maka diperoleh  $\overline{I_t}$  untuk segmen 1 = 7,3

- Penggunaan nomogram 3 untuk IPt = 2,0 dan IPO = 4 pada SEGMENT 2

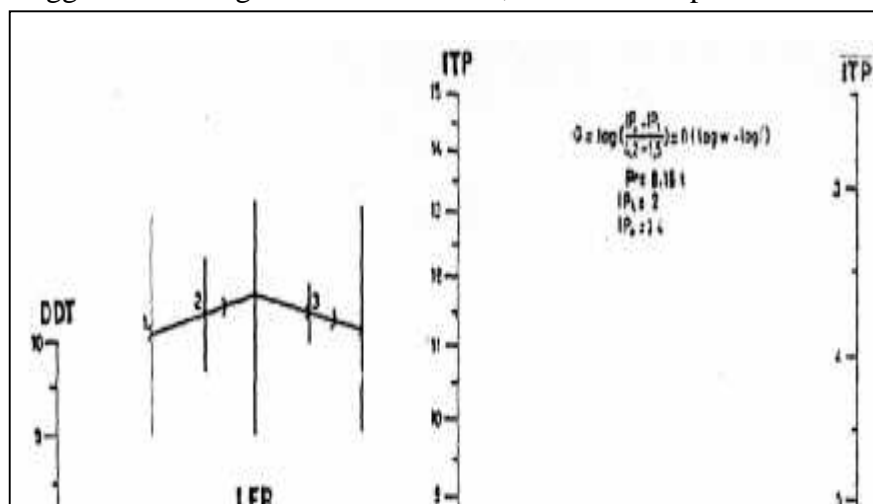




Gambar 4.5 Nilai ITP Berdasarkan Nomogram 3

Segmen 2 dengan nilai CBR = 5,16 % , DDT = 4,7 , nilai LER = 127,64 (umur rencana 5 tahun), maka diperoleh  $\overline{IT}$  untuk segmen 2 = 7,6

- Penggunaan nomogram 3 untuk  $IP_t = 2,0$  dan  $IP_o = 4$  pada SEGMENT 3





Gambar 4.6 Nilai ITP Berdasarkan Nomogram 3

Segmen 3 dengan nilai CBR = 10,41% , DDT = 6,56 , nilai LER = 127,64 (umur rencana 5 tahun), maka diperoleh  $\overline{I_1}$  untuk segmen 3 = 6,8

Tabel 4.16 Hasil Penggunaan nomogram 3 Dengan LER Umur Rencana 5 Tahun

No.	SEGMENT	CBR	DDT	LER	FR	$\overline{I_1}$
1.	1	6,35	5,1	127,64	2,0	7,3
2.	2	5,16	4,7	127,64	2,0	7,6

3.	3	9,41	5,9	127,64	2,0	6,8
----	---	------	-----	--------	-----	-----

## 6. Menetapkan Tebal Perkerasan

1. Koefisien Kekuatan Relatif :

2. Lapisan Permukaan

Laston ( MS 744) =  $a_1$  = 0,40

3. Lapis Pondasi Atas

Batu Pecah ( Agregat Kelas B ) CBR 80 % =  $a_2$  = 0,13

4. Lapis Pondasi Bawah

Sirtu / Pirtun ( Agregat Kelas B ) CBR 50 % =  $a_3$  = 0,12

5. Perhitungan Tebal Perkerasan :

$$\overline{I_1} = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen. Departemen Pekerjaan Umum, Hal 12 dan 13.

Umur Rencana 5 Tahun

### ▪ Segmen 1

Batas minimum tebal perkerasan untuk  $\overline{I_1} = 7,3$  adalah min 7,5 cm ( laston ) ,

Batu pecah (CBR 80%) = 20 cm

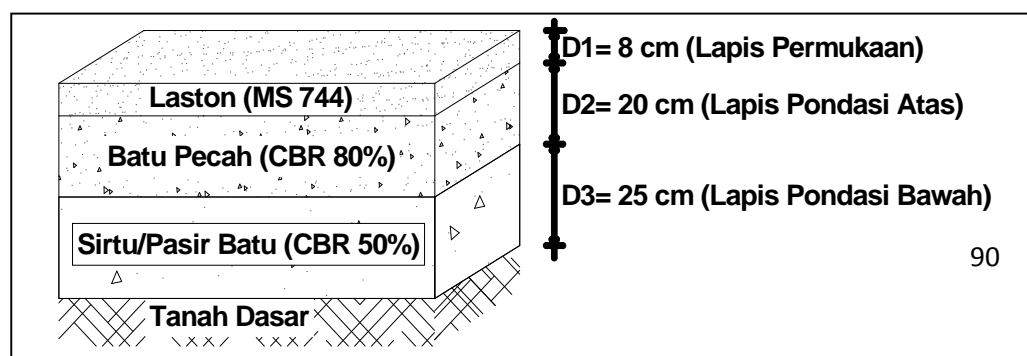
Sirtu/pirun (CBR 50%) = 25 cm

$$\overline{I_1} = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

$$7,3 = 0,40 \cdot D_1 + 0,13 \cdot 20 + 0,12 \cdot 25$$

$$7,3 = 0,40 \cdot D_1 + 2,9$$

$$D_1 = 7,8 = 8 \text{ cm (memenuhi 7,5cm syarat minimum )}$$



Gambar 4.7 Lapisan Perkerasan Jalan Pada Segmen 1

▪ Segmen 2

Batas minimum tebal perkerasan untuk  $\overline{I_1} = 7,6$  adalah min 7,5 cm (laston) ,

Batu pecah (CBR 80%) = 20 cm

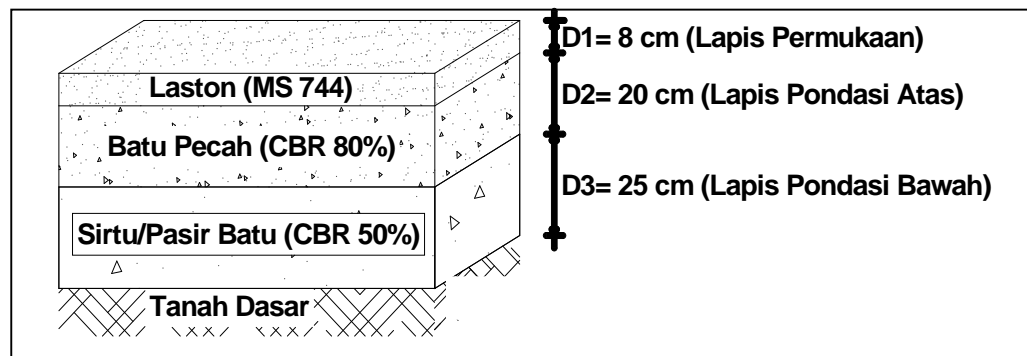
Sirtu/pirun (CBR 50%) = 25 cm

$$\overline{I_1} = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

$$7,6 = 0,40 \cdot D_1 + 0,13 \cdot 20 + 0,12 \cdot 25$$

$$7,6 = 0,40 \cdot D_1 + 2,9$$

$$D_1 = 8 \text{ cm (memenuhi 7,5 cm syarat minimum)}$$



Gambar 4.8 Lapisan Perkerasan Jalan Pada Segmen 2

▪ Segmen 3

Batas minimum tebal perkerasan untuk  $\overline{I_1} = 6,7$  adalah min 7,5 cm (laston) ,

Batu pecah (CBR 80%) = 20 cm

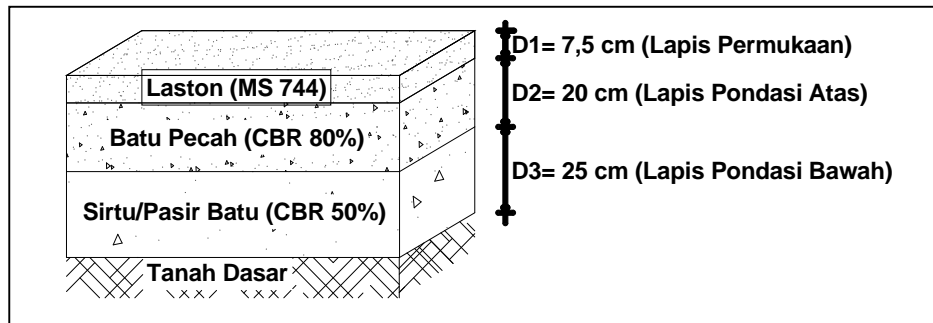
Sirtu/pirun (CBR 50%) = 25 cm

$$\overline{I_1} = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

$$6,8 = 0,40 \cdot D_1 + 0,13 \cdot 20 + 0,12 \cdot 25$$

$$6,8 = 0,40 \cdot D_1 + 2,9$$

$$D_1 = 7,5 \text{ cm (memenuhi 7,5 cm syarat minimum)}$$



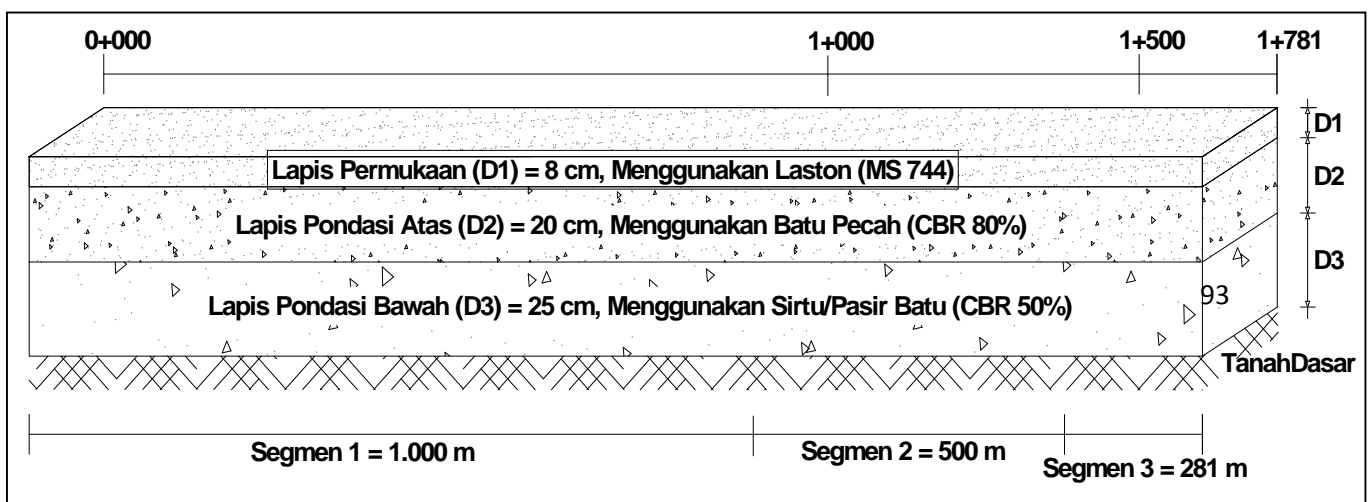
Gambar 4.9 Lapisan Perkerasan Jalan Pada Segmen 3

Tabel 4.17 Nilai D1,D2 an D3 Untuk Setiap Segmen Dengan Satuan cm Pada Ketebalan

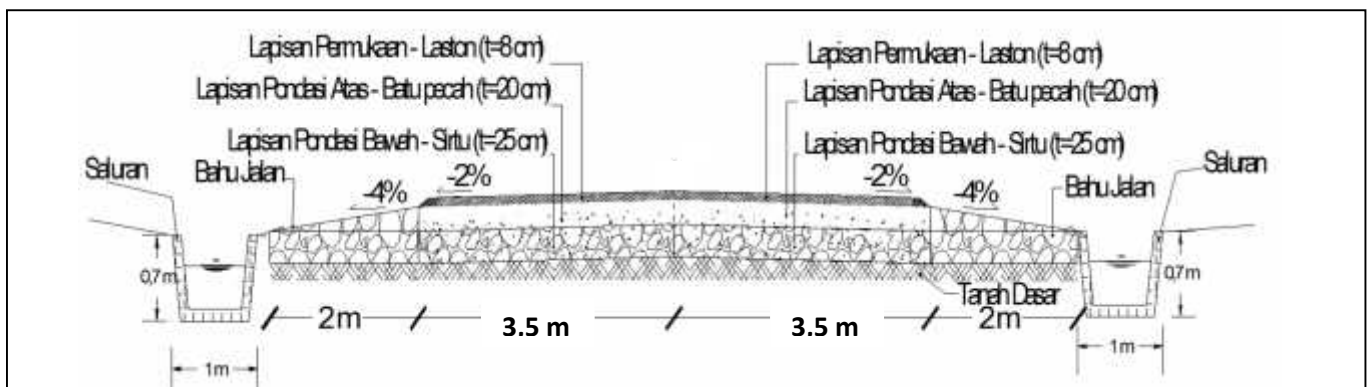
SEGMENT	$\overline{I_1}$	a1	a2	a3	D1	D2	D3
Segmen 1	7,2	0,3	0,13	0,12	8	20	25
Segmen 2	7,6	0,3	0,13	0,12	8	20	25
Segmen 3	6,8	0,3	0,13	0,12	7,5	20	25

Semakin banyak segmen dengan ketebalan yang berbeda, semakin susah dalam pekerjaan di lapangan. Oleh karena itu, untuk mempermudah dalam

pengerjaan dilapangan, pada segmen 1, segmen 2 dan segmen 3 dijadikan satu segmen saja, dengan tebal D1 = 8 cm. Dengan Alasan, pada segmen 3 tebal lapisan D1= 7,5 cm saja sudah cukup, apabila diaplikasikan dengan ketebalan 8 cm, pasti memenuhi syarat tebal minimum. Sesuai SKBI untuk tebal pondasi sebesar 20 cm (D2) dan sebesar 25 cm (D3) untuk tebal lapisan pondasi atas agar memenuhi tegangan distribusi kendaraan yang  $LPA < LPB$ . Pada lapisan permukaan memilih Laston (MS 740 kg) karena pada jalan Makboel - Polagan banyak dilalui oleh truk besar sehingga membutuhkan kekuatan yang besar jadi diambil kekuatan yang paling besar agar jalan tersebut tidak gampang retak dan lubang. Pada lapisan pondasi atas memilih Batu Pecah (kelas B 80%) karena dari segi harga tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu rendah cenderung relatif murah dan kualitas sudah termasuk dalam katagori bagus dan memenuhi syarat yaitu minimum  $CBR > 50\%$ . Dan pada lapisan pondasi bawah memakai Sirtu/Pitru (Kelas B 30%) karena selain mendapatkan harga yang relatif murah, untuk menggunakan sitru dengan CBR 30% sudah memenuhi syarat batas minimum ketentuan nilai CBR untuk lapis pondasi bawah yaitu CBR 10%.



Gambar 4.10 Penampang Memanjang Jalan Dengan Skala Vertikal dan Skala Horizontal yang berbeda



Gambar 4.11 Penampang Melintang Jalan Pada Segmen 1, Segmen 2 dan Segmen 3

- ✓ Spesifikasi Lapisan pondasi Atas menggunakan Batu Pecah (kelas B 80%) :

Batu Pecah (kelas B 80%) memiliki Plastisitas Indeks (IP) < 4% dan memiliki persyaratan gradasi yang terdiri dari campuran kerikil dan kerikil pecah atau batu pecah dengan berat jenis yang seragam dengan pasir, lanau atau lempung dengan persyaratan yaitu :

ASTM Standard sieve	Presentase Berat Butir Yang Lewat
1 1/2"	100
1"	60 - 100
3/4"	55 - 85
No. 4	35 - 60
no. 10	25 - 50
No. 40	15 - 30
No. 200	8 - 15

Partikel yang mempunyai diameter kurang dari 0,075 mm harus tidak lebih dari 3% dari berat total contoh bahan penguji.

- ✓ Spesifikasi Lapisan pondasi Bawah Sirtu (kelas B 50%) :



Sirtu (kelas B 50%) memiliki Plastisitas Indeks (IP) 10% dengan persyaratan gradasi partikel yang mempunyai diameter kurang dari 0,02 mm harus tidak lebih dari 5% dari berat total contoh bahan penguji ( <5% lolos saringan No. 200 ).

## **BAB V**

### **RENCANA ANGGARAN BIAYA**

#### **5.1 Umum**

Perhitungan rencana anggaran biaya akan dihitung berdasarkan tebal perkerasan pelat beton yang telah dihitung pada bab IV. Dimana lebar jalan 7.00 m dan total panjang jalan 1781 m.

Dengan ketebalan setiap lapisannya sebagai berikut:

- Lapis Permukaan = 8 cm = 0,08 m
- Lapis Pondasi Atas = 20 cm = 0,20 m
- Lapis Pondasi Bawah = 25 cm = 0,25 m

Semua rangkaian pekerjaan di analisa berdasarkan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) tahun 2016, serta Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Pemerintah Kabupaten Sampang tahun 2016 yang diperoleh dari Kantor Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Kabupaten Sampang. Data lainnya yang diperoleh adalah Daftar Harga Satuan Upah, Bahan, dan Sewa Peralatan Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Kabupaten Sampang Tahun anggaran 2016. Data-data ini digunakan untuk menghitung volume pekerjaan dan analisa *unit price*, sehingga di dapatkan Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk perkerasan lentur pada jalan Makboel – Polagan Kabupaten Sampang.

Untuk lebih jelasnya, informasi kegiatan secara umum dapat di lihat pada table berikut ini:

Tabel 5.1 Informasi Kegiatan Pekerjaan

No.	URAIAN	INFORMASI
1	Lokasi pekerjaan	Jalan Makboel - Polagan Kabupaten Sampang
2	Kondisi jalan lama	Rusak, berlobang
3	Panjang efektif { Lihat sketsa di bawah }	1,781 Kilometer
4	Lebar jalan lama {bahu + perkerasan + bahu }	{ 1,5 + 5 + 1,5 } Meter
5	Lebar rencana jalan {bahu + perkerasan + bahu }	{ 2 + 7 + 2 } Meter
6	Jangka waktu pelaksanaan pekerjaan	360 hari kalender
7	Jarak rata-rata Base Camp ke lokasi pekerjaan	L = 0,75 Kilometer
	Perhitungan didasarkan pada sketsa di bawah ini:	$L = \{ (c+a/2) * a + (c+b/2) * b \} / (a+b)$
	418 Km = a	0,981 Km = b

## 5.2 Data Harga Satuan Dasar

Perhitungan rencana anggaran biaya akan dihitung berdasarkan data – data yang diperlukan untuk merencanakan anggaran biaya tebal tipis perkerasan.

Data tersebut dapat dilihat pada table – table sebagai berikut:

Tabel 5.2 Daftar Harga Satuan Dasar (HSD) Upah

No.	Uraian	Kode	Satuan	Harga Satuan Per jam ( Rp. )	Harga Satuan Per Hari ( Rp. )
1	Pekerja	22,01,01,02,07	Jam	6600 ,00	46,200 ,00
2	Tukang	22,01,01,02,01	Jam	12086 ,00	84,600 ,00
3	Mandor	22,01,01,01,01	Jam	14286 ,00	100,000 ,00
4	Operator	22,01,01,03,06	Jam	10986 ,00	76,900 ,00
5	Pembantu Operator	22,01,01,03,07	Jam	8800 ,00	61,600 ,00
6	Sopir / Driver	22,01,02,03,01	Jam	10986 ,00	76,900 ,00
7	Pembantu sopir / Driver	22,01,02,03,04	Jam	8800 ,00	61,600 ,00
8	mekanik	22,01,02,03,02	Jam	10986 ,00	76,900 ,00
9	Pembantu Mekanik	22,01,02,03,05	Jam	8800 ,00	61,600 ,00
10	Kepala Tukang	22,01,01,01,02	Jam	13186 ,00	92,300 ,00

Sumber : Daftar Harga Satuan Upah, Bahan dan Sewa Peralatan Dinas Pekerjaan Umum Kab. Sampang , 2016

Tabel 5.3 Daftar Harga Satuan Sewa Alat

NO.	URAIAN	SATUAN	HARGA SATUAN
1	Asphal Sprayer	jam	Rp. 59,100.00
2	Asphal Finisher	jam	Rp. 256,800.00
3	Motor Grader 100 HP	jam	Rp. 484,700.00
4	Pneumatic Tire Roller 8-10 T	jam	Rp. 246,200.00
5	Tandem Roller 6-10 T	jam	Rp. 233,200.00
6	Vibrator Roller 6-8 T (Mesin Gilas Bergetar)	jam	Rp. 334,300.00
7	Water Tanker 3000-4500 L	jam	Rp. 234,600.00
8	Wheel Loader 1.0-1.6 M3	jam	Rp. 485,300.00
9	Sewa Alat Bantu	set	Rp. 204,750.00

## 5.3 Perhitungan Koefisien Analisa

### 5.3.1 Pekerjaan Pekerjaan Pembongkaran Jalan Lama

a. Peralatan yang diperlukan

1. Excavator

a) Kapasitas bucket (V) = 0,93m<sup>3</sup>

b) Faktor bucket (Fb) = 01,00 m

c) Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83 m

d) Faktor konversi, ( Fv ) = 0,90

Waktu siklus ( Ts<sub>1</sub> ) =

- menggali, memuat (T<sub>1</sub>) = 1,32 menit

- Lain-lain ( T<sub>2</sub> ) = 0,10 menit

Ts<sub>1</sub> = T<sub>1</sub> + T<sub>2</sub>

= 1,32 + 0,10 = 1,42 menit

Kapasitas Produksi per jam ( m<sup>3</sup> / jam )

$$Q_1 = \frac{V \times F_b \times F_a \times F_v \times 60}{T_1}$$

= 39,14 m<sup>3</sup>

Koefisien Alat per m<sup>3</sup> =  $\frac{1}{Q_1} = \frac{1}{39,14} = 0,0256$  jam

2. Dump Truck

a) Kapasitas bak (V) = 3,50 ton

b) Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83

c) Kecepatan rata2 bermuatan ( v<sub>1</sub> ) = 20,00 km/jam

d) Kecepatan rata-rata kosong ( v<sub>2</sub> ) = 30,00 km/jam

Waktu siklus

- muat  $\rightarrow (v \times 60) / (D \times Q_1) = 0,12$  menit
- waktu tempuh isi  $\rightarrow (L/v_1) \times 60 = 6,00$  menit
- waktu tempuh kosong  $\rightarrow (L/v_2) \times 60 = 4,00$  menit
- lain-lain  $= 2,00$  menit

Faktor pengembang bahan ( Fk )  $= 1,20$

Kapasitas produksi / jam  $= v \times Fa \times 60 / Fk \times Ts^2 = 1760,48$

Koefisien Alat per m<sup>3</sup>  $= \frac{1}{Q_2} = \frac{1}{1,4} = 0,3344$  jam

3. Alat Bantu ( set @ 2 alat )

b. Tenaga Kerja

Jam kerja efektif per hari ( Tk )  $= 7$  jam

Produksi menentukan ( Q<sub>1</sub> ):

Excavator  $= 39,14$  m<sup>3</sup>/jam

Produksi pekerjaan per hari ( Qt ):

$$Q_t = T_k \times Q_1 = 7 \times 39,14 = 273,97 \text{ m}^3$$

Kebutuhan Tenaga :

Pekerja (P)  $= 2$  orang

Mandor (M)  $= 1$  orang

Koefisien Tenaga :

$$\text{Pekerja} = \frac{(T \times P)}{Q} = 0,0511$$

$$\text{Mandor} = \frac{(T \times M)}{Q} = 0,0256$$

### 5.3.2 Pekerjaan Bahu Jalan

Pekerjaan bahu jalan ini berupa perkerasan pada bahu jalan.

a. Bahan

Faktor pengembang bahan ( Fk )  $= 1,2$

Tebal hamparan padat ( t )  $= 0,20$  m

Material timbunan pilihan  $= 1 \times Fk = 1,200$  m<sup>2</sup>

b. Peralatan yang diperlukan

1. Dump Truck

- a) Kecepatan rata-rata bermuatan ( $v_1$ ) = 20 km/jam
- b) Kecepatan rata-rata kosong ( $v_2$ ) = 30 km/jam
- c) Kapasitas Bak ( $V$ ) = 3,5 ton
- d) Efisiensi kerja ( $F_a$ ) = 0,83
- e) Faktor konversi asli ke lepas = 1,25
- f) Jarak dari quarry ke base camp = 10 Km

Waktu siklus ( $T_{s1}$ ) =

- Waktu muat ( $T_1$ ) =  $\frac{V \times 60}{D \times 1} = 1,19$  menit
- Waktu tempuh isi ( $T_2$ ) =  $\frac{L}{v_1} \times 60 = \frac{1}{2} \times 60 = 30$  menit
- Waktu tempuh kosong ( $T_3$ ) =  $\frac{L}{v_2} \times 60 = \frac{1}{3} \times 60 = 20$  menit
- Lain-lain = 2 menit

$$T_{s1} = T_1 + T_2 + T_3 = 1,19 + 30 + 20 = 53,19 \text{ menit}$$

Kapasitas Produksi per jam ( $m^3 / \text{jam}$ )

$$Q_1 = \frac{V \times F \times 60}{D \times F \times T \times 1} = \frac{3,5 \times 0,8 \times 60}{1 \times 1,2 \times 53,19} = 1,64 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien Alat per m}^3 = \frac{1}{Q_1} = \frac{1}{1,6} = 0,5043 \text{ jam}$$

2. Vibrator Roller

- a) Kecepatan kerja ( $v$ ) = 4 km/jam
- b) Lebar pemadatan efektif ( $b$ ) = 1,48 m
- c) Jumlah lintasan ( $n$ ) = 8 lintasan
- d) Lajur Lintasan ( $N$ ) = 3,00
- d) Efisiensi kerja ( $F_a$ ) = 0,83

e) Lebar Overlap (bo) = 0,30 m

Kapasitas Produksi per jam ( m<sup>3</sup> )

$$Q_2 = \frac{(v \times 1) \times (N(b-b) + b) \times t \times F}{n}$$

$$= \frac{(4 \times 1) \times (3(1,4 - 0,3) + 0,3) \times 0,1 \times 0,8}{8}$$

$$= 239,04 \text{ m}^3$$

Koefisien Alat per m<sup>2</sup> =  $\frac{1}{Q_2} = \frac{1}{239,04} = 0,0042 \text{ jam}$

### 3. Motor Grader

- a) Kecepatan kerja (v) = 4km/jam
- b) Panjang operasi grader (Lh) = 50,00 m
- c) Lebar efektif kerja blade (b) = 2,40 m
- d) Efisiensi kerja ( Fa ) = 0,80
- e) Jumlah lintasan ( n ) = 2 lintasan

Waktu siklus ( Ts<sub>1</sub> ) :

- Perataan 1 kali lintasan (T<sub>1</sub>) =  $\frac{Lh}{v \times 1} \times 60 = \frac{50}{4 \times 1} \times 60$   
= 0,75 menit

- Lain-lain ( T<sub>2</sub> ) = 1 menit

Ts<sub>1</sub> = T<sub>1</sub> + T<sub>2</sub> = 0,75 + 1 = 1,75 menit

Kapasitas Produksi per jam ( m<sup>2</sup> / jam )

$$Q_1 = \frac{Lh \times b \times F \times 60}{n \times T_1} = \frac{50 \times 2,4 \times 0,8 \times 60}{2 \times 1,75} = 267,43 \text{ m}^3$$

Koefisien Alat per m<sup>3</sup> =  $\frac{1}{Q_1} = \frac{1}{267,43} = 0,0043 \text{ jam}$

### 4. Water Tank Truck

- a) Volume tangki air (V) = 5 m<sup>3</sup>
- b) Kebutuhan air per m<sup>3</sup> material padat = 0,07 m<sup>3</sup>
- c) Kapasitas pompa air (pa) = 200 liter/menit
- d) Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83

Kapasitas Produksi per jam ( m<sup>2</sup> / jam ) :

$$Q_3 = \frac{p \times F \times 6}{1 \times W} = \frac{2 \times 0,8 \times 6}{1 \times 0,0} = 142,29 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien Alat per m}^3 = \frac{1}{Q_3} = \frac{1}{1,2} = 0,0141 \text{ jam}$$

5. Wheel Loader

a) Kapasitas bucket (V) = 1,50 m<sup>3</sup>

b) Faktor bucket (Fb) = 0,85

c) Efisiensi alat (Fa) = 0,83

Waktu siklus (Ts)

- Muat (T<sub>1</sub>) dan lain - lain (T<sub>2</sub>) = 0,45 menit

Kapasitas Produksi per jam (m<sup>3</sup> / jam) :

$$Q_5 = \frac{V \times F \times 6}{F \times T_3} = \frac{1,5 \times 0,8 \times 0,8 \times 6}{8 / 8 \times 0,4} = 117,71 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien Alat per m}^2 = \frac{1}{Q_5} = \frac{1}{1,7} = 0,0085 \text{ jam}$$

c. Tenaga Kerja

Jam kerja efektif per hari (Tk) = 7 jam

Produksi menentukan (Q<sub>2</sub>) :

Wheel Loader = 117,71 m<sup>3</sup>/jam

Produksi pekerjaan urugan per hari (Qt) :

$$Q_t = T_k \times Q_2 = 7 \times 117,71 = 823,97 \text{ m}^2$$

Kebutuhan Tenaga :

$$\text{Pekerja} = 7 \text{ orang}$$

$$\text{Mandor} = 1 \text{ orang}$$

Koefisien Tenaga :

$$\text{Pekerja} = \frac{7}{8,9} = 0,0595$$

$$\text{Mandor} = \frac{1}{8,9} = 0,0085$$

### 5.3.3 Pekerjaan Lapis Pondasi Bawah Sirtu Kelas B

a. Bahan



Faktor kembang material ( Padat - lepas ) ( Fk ) = 1,2

Tebal hamparan padat ( t ) = 0,25 m

Bahan :

Sirtu = 59 % x 1,2 = 0,7080

b. Peralatan yang diperlukan

1. Wheel Loader

a) Kapasitas bucket (V) = 1,50 m<sup>3</sup>

b) Faktor bucket (Fb) = 0,85

c) Efisiensi alat ( Fa ) = 0,83

Waktu siklus ( Ts ) :

- Muat ( T<sub>1</sub> ) dan lain - lain ( T<sub>2</sub> ) = 0,45 menit

Kapasitas Produksi per jam ( m<sup>3</sup> / jam ) :

$$Q_1 = \frac{V \times F \times F_b \times 60}{F \times T_s} = \frac{1,5 \times 0,8 \times 0,85 \times 60}{0,45} = 117,71 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien Alat per m}^3 = \frac{1}{Q_1} = \frac{1}{117,71} = 0,0085 \text{ jam}$$

2. Dump Truck

a) Kecepatan rata-rata bermuatan (v1) = 20 km/jam

b) Kecepatan rata-rata kosong (v2) = 30 km/jam

c) Kapasitas Bak (V) = 3,5 ton

d) Efisiensi kerja ( Fa ) = 0,83

e) Faktor konversi asli ke lepas = 1,25

f) Jarak dari quarry ke base camp ( L ) = 10 Km

Waktu siklus ( Ts<sub>1</sub> ) :

$$\text{- Waktu muat ( T}_1 \text{ )} = \frac{V \times 60}{(D \times 1)} = 1,19 \text{ menit}$$

$$\text{- Waktu tempuh isi ( T}_2 \text{ )} = \frac{L}{v_1} \times 60 = \frac{10}{20} \times 60 = 30 \text{ menit}$$

$$\text{- Waktu tempuh kosong ( } T_3 \text{ )} = \frac{L}{v_2} \times 60 = \frac{1}{3} \times 60 = 20 \text{ menit}$$

$$\text{- Lain-lain} = 2 \text{ menit}$$

$$T_{S1} = T_1 + T_2 + T_3 = 1,19 + 30 + 20 = 53,19 \text{ menit}$$

Kapasitas Produksi per jam ( m<sup>3</sup> / jam )

$$Q_2 = \frac{V \times F \times 60}{D \times F_2 \times T_1} = \frac{3,5 \times 0,8 \times 60}{0,12 \times 5,1} = 1,64 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien Alat per m}^3 = \frac{1}{Q_2} = \frac{1}{1,6} = 0,5043 \text{ jam}$$

### 3. Tandem Roller

$$\text{a) Kecepatan rata-rata (v)} = 1,50 \text{ km/jam}$$

$$\text{b) Lebar pemadatan efektif ( b )} = 1,20 \text{ m}$$

$$\text{c) Jumlah lintasan (n)} = 6 \text{ lintasan}$$

$$\text{d) Efisiensi kerja ( Fa )} = 0,83$$

$$\text{e) Jumlah lajur lintasan (N)} = 3,00$$

$$\text{f) Lebar Overlap (bo)} = 0,30$$

Kapasitas Produksi per jam ( m<sup>3</sup> )

$$Q_3 = \frac{(v \times 1) \times (N(b - b_o) + b_o) \times F \times Fa}{n}$$

$$= \frac{(1,5 \times 1) \times (3(1,2 - 0,3) + 0,3) \times 1 \times 0,8}{6} = 74,70 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien Alat per m}^3 = \frac{1}{Q_3} = \frac{1}{7,7} = 0,0134 \text{ jam}$$

### 4. Motor Grader

$$\text{a) Kecepatan kerja (v)} = 4 \text{ km/jam}$$

$$\text{b) Panjang operasi grader (Lh)} = 50,00 \text{ m}$$

$$\text{c) Lebar efektif kerja blade (b)} = 2,40 \text{ m}$$

$$\text{d) Efisiensi kerja ( Fa )} = 0,80$$

$$\text{e) Jumlah lintasan ( n )} = 2 \text{ lintasan}$$

Waktu siklus ( Ts<sub>1</sub> ) :

$$\text{- Perataan 1 kali lintasan (T}_1\text{)} = \frac{Lh}{v \times 1} \times 60 = \frac{5}{4 \times 1} \times 60$$

$$= 0,75 \text{ menit}$$

- Lain-lain (  $T_2$  ) = 1 menit

$$T_{s1} = T_1 + T_2 = 0,75 + 1 = 1,75 \text{ menit}$$

Kapasitas Produksi per jam (  $m^2 / \text{jam}$  )

$$Q_4 = \frac{Lh \times D \times F \times 6}{n \times T_1} = \frac{5 \times 2,4 \times 0,8 \times 6}{2 \times 1,7} = 267,43 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien Alat per m}^3 = \frac{1}{Q_4} = \frac{1}{267,43} = 0,0037 \text{ jam}$$

#### 5. Water Tank Truck

a) Volume tangki air (V) =  $5 \text{ m}^3$

b) Kebutuhan air per  $m^3$  material padat =  $0,07 \text{ m}^3$

c) Kapasitas pompa air (pa) =  $200 \text{ liter/menit}$

d) Faktor efisiensi alat (Fa) =  $0,83$

Kapasitas Produksi per jam (  $m^2 / \text{jam}$  ) :

$$Q_5 = \frac{p \times F \times 6}{1 \times W} = \frac{2 \times 0,8 \times 6}{1 \times 0,07} = 142,29 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien Alat per m}^3 = \frac{1}{Q_5} = \frac{1}{142,29} = 0,0141 \text{ jam}$$

#### c. Tenaga Kerja

Produksi menentukan (  $Q_2$  ) :

$$\text{Wheel Loader} = 117,71 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produksi pekerjaan urugan per hari (  $Q_t$  ) :

$$Q_t = T_k \times Q_2 = 7 \times 117,71 = 823,97 \text{ m}^2$$

Kebutuhan Tenaga :

$$\text{Pekerja} = 7 \text{ orang}$$

$$\text{Mandor} = 1 \text{ orang}$$

Koefisien Tenaga :

$$\text{Pekerja} = \frac{7}{8,9} = 0,0595$$

$$\text{Mandor} = \frac{1}{8,9} = 0,0085$$

#### 5.3.4 .Pekerjaan Lapis Pondasi Atas Batu Pecah Kelas B

a. Bahan

$$\text{Faktor kembang material ( Padat - lepas ) ( Fk )} = 1,2$$

$$\text{Tebal hamparan padat ( t )} = 0,15 \text{ m}$$

Bahan :

$$\text{Batu pecah} = 59 \% \times 1,2 = 0,7080$$

b. Peralatan yang diperlukan

1. Wheel Loader

$$\text{a) Kapasitas bucket ( V )} = 1,50 \text{ m}^3$$

$$\text{b) Faktor bucket ( Fb )} = 0,85$$

$$\text{c) Efisiensi alat ( Fa )} = 0,83$$

Waktu siklus ( Ts )

$$\text{- Muat ( T}_1 \text{ ) dan lain - lain ( T}_2 \text{ )} = 0,45 \text{ menit}$$

Kapasitas Produksi per jam ( m<sup>3</sup> / jam ):

$$Q_1 = \frac{V \times F \times F \times 6}{F \times T \times 60} = \frac{1,5 \times 0,8 \times 0,8 \times 6}{1 \times 0,4 \times 60} = 117,71 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien Alat per m}^3 = \frac{1}{Q_1} = \frac{1}{117,71} = 0,0085 \text{ jam}$$

2. Dump Truck

$$\text{a) Kecepatan rata-rata bermuatan ( v1 )} = 20 \text{ km/jam}$$

$$\text{b) Kecepatan rata-rata kosong ( v2 )} = 30 \text{ km/jam}$$

$$\text{c) Kapasitas Bak ( V )} = 3,5 \text{ ton}$$

$$\text{d) Efisiensi kerja ( Fa )} = 0,83$$

$$\text{e) Faktor konversi asli ke lepas} = 1,25$$

Waktu siklus ( Ts<sub>1</sub> ) =

- Waktu muat (  $T_1$  ) =  $\frac{V \cdot 60}{(D \cdot 1)} = 1,19$  menit
- Waktu tempuh isi (  $T_2$  ) =  $\frac{L}{v_1} \times 60 = \frac{1}{2} \times 60 = 30$  menit
- Waktu tempuh kosong (  $T_3$  ) =  $\frac{L}{v_2} \times 60$   
 $= \frac{1}{3} \times 60$   
 $= 20$  menit
- Lain-lain = 2 menit

$$T_{s1} = T_1 + T_2 + T_3 = 1,19 + 30 + 20 = 53,19 \text{ menit}$$

Kapasitas Produksi per jam (  $m^3 / \text{jam}$  )

$$Q_2 = \frac{V \cdot F \cdot 60}{D \cdot F \cdot 2 \cdot T_1} = \frac{3,5 \times 0,8 \cdot 60}{D \cdot 1,2 \cdot 5,1} = 1,64 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien Alat per } m^3 = \frac{1}{Q_2} = \frac{1}{1,6} = 0,5043 \text{ jam}$$

### 3. Tandem Roller

- a) Kecepatan rata-rata (  $v$  ) = 1,50 km/jam
- b) Lebar pemadatan efektif (  $b$  ) = 1,20 m
- c) Jumlah lintasan (  $n$  ) = 6 lintasan
- d) Efisiensi kerja (  $F_a$  ) = 0,83
- e) Jumlah lajur lintasan (  $N$  ) = 3,00
- f) Lebar Overlap (  $bo$  ) = 0,30

Kapasitas Produksi per jam (  $m^3$  )

$$Q_3 = \frac{(v \cdot 1) \cdot (N(b-bo) + bo) \cdot F_a \cdot 60}{n}$$

$$= \frac{(1,5 \cdot 1) \cdot (3(1,2-0,3) + 0,3) \cdot 0,83 \cdot 60}{6} = 74,70 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien Alat per } m^3 = \frac{1}{Q_3} = \frac{1}{7,7} = 0,0134 \text{ jam}$$

### 4. Motor Grader

- a) Kecepatan kerja (  $v$  ) = 4km/jam
- b) Panjang operasi grader (  $L_h$  ) = 50,00 m
- c) Lebar efektif kerja blade (  $b$  ) = 2,40 m

$$\begin{aligned}
 \text{d) Efisiensi kerja ( Fa )} &= 0,80 \\
 \text{e) Jumlah lintasan ( n )} &= 2 \text{ lintasan} \\
 \text{Waktu siklus ( Ts<sub>1</sub> )} &= \\
 - \text{ Perataan 1 kali lintasan (T<sub>1</sub>) } &= \frac{Lh}{v \times 1} \times 60 \\
 &= \frac{5}{4 \times 1} \times 60 \\
 &= 0,75 \text{ menit} \\
 - \text{ Lain-lain ( T<sub>2</sub> )} &= 1 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$Ts_1 = T_1 + T_2 = 0,75 + 1 = 1,75 \text{ menit}$$

$$\text{Kapasitas Produksi per jam ( m<sup>2</sup> / jam )}$$

$$Q_4 = \frac{Lh \times b \times F \times 6}{n \times T_1} = \frac{5 \times 2,4 \times 0,8 \times 6}{2 \times 1,7} = 267,43 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien Alat per m}^3 = \frac{1}{Q_4} = \frac{1}{267,43} = 0,0037 \text{ jam}$$

#### 5. Water Tank Truck

$$\begin{aligned}
 \text{a) Volume tangki air (V)} &= 5 \text{ m}^3 \\
 \text{b) Kebutuhan air per m}^3 \text{ material padat} &= 0,07 \text{ m}^3 \\
 \text{c) Kapasitas pompa air (pa)} &= 200 \text{ liter/menit} \\
 \text{d) Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83
 \end{aligned}$$

$$\text{Kapasitas Produksi per jam ( m<sup>2</sup> / jam ) :}$$

$$Q_5 = \frac{p \times F \times 6}{1 \times W} = \frac{2 \times 0,8 \times 6}{1 \times 0,07} = 142,86 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien Alat per m}^3 = \frac{1}{Q_5} = \frac{1}{142,86} = 0,007 \text{ jam}$$

#### c. Tenaga Kerja

$$\text{Produksi menentukan ( Q<sub>2</sub> ) :}$$

$$\text{Wheel Loader} = 117,71 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Produksi pekerjaan urugan per hari ( Qt ) :}$$

$$Qt = Tk \times Q_2 = 7 \times 117,71 = 823,97 \text{ m}^2$$

Kebutuhan Tenaga :

Pekerja = 7 orang dan Mandor = 1 orang

Koefisien Tenaga :

$$\text{Pekerja} = \frac{7}{8,9} = 0,0595 \text{ dan Mandor} = \frac{1}{8,9} = 0,0085$$

#### 5.4.5 Pekerjaan Lapis Permukaan Laston

a. Bahan

Faktor kembang material ( Padat - lepas ) ( Fk ) = 1,2

Tebal hamparan padat ( t ) = 0,15 m

Bahan :

Nilai koefisien aspal adalah 0,6283(Sesuai Peraturan AHSP 2016, nilai koefisien aspal di RAB dengan satuan pembayaran Ton.Namun karena pembelian aspal dalam bentuk Kg, maka nilai koefisien dikalikan 1000, agar nilai pembayaran dalam RAB tetap dalam satuan pembayaran Ton.

$$\text{Aspal} = 0,6283 \times 1000 = 62,83$$

$$\text{Agregat Pecah (5-10 \& 10 -15 mm)} = 0,2987$$

$$\text{Agregat Pecah (0- 5)} = 0,3623$$

$$\text{Filler} = 9,8$$

b. Peralatan yang diperlukans

1. Asphalt Mixing Plant

$$\text{a) Kapasitas alat (V) = 60 ton/jam}$$

$$\text{b) Faktor Efisiensi Alat ( Fa ) = 0,83}$$

Kapasitas Produksi per jam (ton/jam) :

$$Q_1 = V \times Fa = 60 \times 0,83 = 49,8 \text{ ton/jam}$$

$$\text{Koefisien Alat per m}^3 = \frac{1}{Q_1} = \frac{1}{49,8} = 0,0201 \text{ jam}$$

2. Dump Truck

$$\text{a) Kecepatan rata-rata bermuatan (v1) = 20 km/jam}$$

$$\text{b) Kecepatan rata-rata kosong (v2) = 30 km/jam}$$

- c) Kapasitas Bak (V) = 3,5 ton
- d) Efisiensi kerja ( Fa ) = 0,83
- e) Faktor konversi asli ke lepas = 1,25
- f) Jarak dari quarry ke base camp ( L ) = 41,9 Km

Waktu siklus ( Ts<sub>1</sub> ) :

- Waktu muat ( T<sub>1</sub> ) =  $\frac{V \times 60}{D \times 1} = 1,19$  menit
- Waktu tempuh isi ( T<sub>2</sub> ) =  $\frac{L}{v1} \times 60 = \frac{41,9}{2} \times 60 = 150$  menit
- Waktu tempuh kosong ( T<sub>3</sub> ) =  $\frac{L}{v2} \times 60 = \frac{41,9}{3} \times 60 = 100$  menit
- Lain-lain = 2 menit

$$Ts_1 = T_1 + T_2 + T_3 = 1,19 + 150 + 100 = 251,19 \text{ menit}$$

Kapasitas Produksi per jam ( m<sup>3</sup> / jam )

$$Q2 = \frac{V \times F \times 60}{D \times F \times 2 \times T_1} = \frac{3,5 \times 0,8 \times 60}{D \times 1,2 \times 2 \times 1} = 1,229 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien Alat per m}^3 = \frac{1}{Q2} = \frac{1}{1,2} = 0,3698 \text{ jam}$$

### 3. Asphalt Finisher

- a) Kapasitas Hopper (V) = 10 ton
- b) Tenaga Penggerak ( Pw ) = 72,4 Hp
- c) Kapasitas lebar penghamparan ( b ) = 3,15 m
- d) Kapasitas tebal penghamparan ( t ) = 0,25 m
- e) Kecepatan Menghampar ( v ) = 5,00 m/menit
- f) Efisiensi kerja ( Fa ) = 0,83

Kapasitas Produksi per jam

$$Q2 = v \times b \times 60 \times Fa \times t \times D1$$

$$= 5 \times 3,15 \times 60 \times 0,83 \times t \times D1 = 72,79$$

$$\text{Koefisien Alat per m}^2 = \frac{1}{Q2} = \frac{1}{7,7} = 0,0137 \text{ jam}$$



4. Tandem Roller

- a) Kecepatan rata-rata (v) = 1,50 km/jam
- b) Lebar pemadatan efektif (b) = 1,20 m
- c) Jumlah lintasan (n) = 6 lintasan
- d) Efisiensi kerja (Fa) = 0,83
- e) Jumlah lajur lintasan (N) = 3,00
- f) Lebar Overlap (bo) = 0,30

Kapasitas Produksi per jam ( m<sup>3</sup> )

$$Q_3 = \frac{(v \times 1) \times (N(b - b_o) + b_o) \times t \times F}{n}$$

$$= \frac{(1,5 \times 1) \times (3(1,2 - 0,3) + 0,3) \times 1 \times 0,8}{6} = 74,70 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien Alat per m}^3 = \frac{1}{Q_3} = \frac{1}{74,7} = 0,0135 \text{ jam}$$

5. Pneumatic Tire Roller

- a) Kecepatan rata-rata (v) = 2,50 km/jam
- b) Lebar efektif pemadatan (b) = 1,99 m
- c) Jumlah Lintasan (n) = 6 lintasan
- d) Efisiensi alat (Fa) = 0,83
- e) Lebar Overlap (bo) = 0,30

Kapasitas Produksi per jam ( m<sup>3</sup> / jam ) :

$$Q_4 = \frac{(v \times 1) \times (N(b - b_o) + b_o) \times t \times F \times D_1}{n}$$

$$= \frac{(2,5 \times 1) \times (3(1,9 - 0,3) + 0,3) \times 1 \times 0,8 \times D_1}{6}$$

$$= 172,34 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien Alat per m}^3 = \frac{1}{Q_4} = \frac{1}{172,34} = 0,0058 \text{ jam}$$

c. Tenaga Kerja

Kebutuhan Tenaga :

Pekerja = 7 orang

Mandor = 1 orang

Koefisien Tenaga :

$$\text{Pekerja} = \frac{7 \times 1}{3,6} = 0,2008$$

$$\text{Mandor} = \frac{1 \times 1}{3,6} = 0,0201$$

#### 5.4 Perhitungan Volume Pekerjaan

Perhitungan volume pekerjaan perkerasan lentur dapat dihitung sebagai berikut :

a) Pekerjaan Pendahuluan

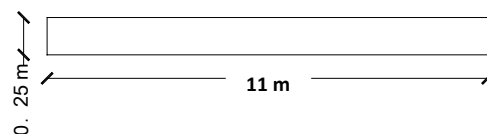
- Pekerjaan Pembongkaran Jalan Lama

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{Panjang jalan} \times \text{Lebar bahu jalan} \times 2 \text{ (kiri kanan jalan)} \\ &= 1.781 \text{ m} \times 6,00 \text{ m} = 10.686 \text{ m}^2\end{aligned}$$

b) Pekerjaan Perkerasan

a) Lapisan Pondasi Bawah ( sirtu kelas B )

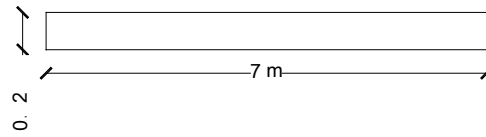
Pada segmen 1 , segmen 2 dan segmen 3 ( Sta 0+000 s/d Sta 1+781 ) :



$$\begin{aligned}&= \text{Panjang lapis pondasi yang memiliki ketebalan yang sama} \times \\ &\quad \text{Lebar jalan} \times \text{Tebal lapis pondasi} \\ &= 1.781 \text{ m} \times 11,0 \text{ m} \times 0,25 \text{ m} = 4897,8 \text{ m}^3\end{aligned}$$

b) Lapis Pondasi Atas ( Batu Pecah )

Pada segmen 1 , segmen 2 dan segmen 3 ( Sta 0+000 s/d Sta 1+781 ) :



= Panjang lapis pondasi yang memiliki ketebalan yang sama x  
lebar jalan x Tebal lapis pondasi

$$= 1.781 \text{ m} \times 7,0 \text{ m} \times 0,20 \text{ m}$$

$$= 2493,4 \text{ m}^3$$

c) Lapisan Permukaan ( Laston )

- Lapis resap pengikat :

Lapis pengikat = A (luas jalan x panjang jalan) x Takaran lapis pengikat.

Takaran lapis pengikat adalah 0,8 liter/m<sup>2</sup>, ini merupakan penyemprotan aspal per m<sup>2</sup> pada pembukaan jalan baru.

$$\begin{aligned} \text{Lapis pengikat} &= (7,0 \text{ m} \times 1781 \text{ m}) \times 0,8 \text{ liter/m}^2 \\ &= 12.467 \text{ m}^2 \times 0,8 \text{ liter/m}^2 \\ &= 199,5 \text{ liter} \end{aligned}$$

- Lapis perekat :

Lapis perekat = A (luas permukaan)xTakaran lapis perekat

$$= (7,0 \text{ m} \times 1781 \text{ m}) \times 0,4 \text{ liter/m}^2$$

Takaran lapis perekat adalah 0,4 liter/m<sup>2</sup>, ini merupakan penyemprotan aspal per m<sup>2</sup> pada pembukaan jalan baru.

$$\text{Lapis pengikat} = (7,0 \text{ m} \times 1781 \text{ m}) \times 0,4 \text{ liter/m}^2$$

$$= 12.467 \text{ m}^2 \times 0,4 \text{ liter/m}^2$$

$$= 99,7 \text{ liter}$$

- LASTON pada Sta 0+000 s/d Sta 1+781 :

$$\text{Laston} = \text{Panjang jalan} \times \text{Lebar jalan} \times \text{Tebal jalan}$$

$$= 1.781 \text{ m} \times 7,0 \text{ m} \times 0,08 \text{ m}$$

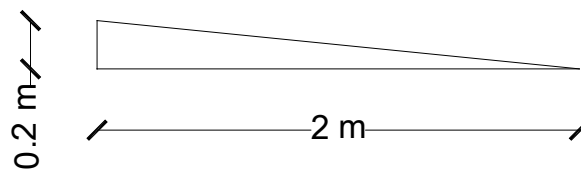
$$= 997,36 \text{ m}^3$$

$$= 997,36 \text{ m}^3 \times 2,4 \text{ (berai isi laston)}$$

$$= 2393,7 \text{ ton}$$

#### 4. Bahu Jalan

Pembentukan bahu jalan keras, pada segmen 1 , segmen 2 dan segmen 3 ( Sta 0+000 s/d Sta 1+781 ) :



$$= \text{Panjang jalan} \times ( \frac{1}{2} \times \text{lebar bahu jalan} \times \text{tebal bahu jalan} ) \times 2$$

$$= 1.781 \text{ m} \times ( \frac{1}{2} \times 2,0 \text{ m} \times 0,20 \text{ m} ) \times 2 \text{ ( kanan dan kiri jalan )}$$

$$= 712,4 \text{ m}^3$$

Tabel 5.4 Volume Pekerjaan

No.	Uraian Pekerjaan	Perhitungan	Volume
<b>A.</b>	<b>PEKERJAAN PENDAHULUAN</b>		
1	Pembongkran Jalan Lama	1781 x 6	10686 m <sup>2</sup>
<b>B.</b>	<b>PEKERJAAN PERKERASAN JALAN</b>		
1	Lapis Pondasi Bawah	1781 x 11 x 0.25	4897.8 m <sup>3</sup>
2	Lapis Pondasi Atas	1781 x 7 x 0.2	2493.4 m <sup>3</sup>
3	Lapis Permukaan (Laston)		
	- Resap Pengikat	1781 x 7 = 12467 m <sup>2</sup> = 12467 m <sup>2</sup> x 0.8	199.5 ltr
	- Lapis perekat	1781 x 7 = 12467 m <sup>2</sup> = 12467 m <sup>2</sup> x 0.4	99.7 ltr
	- Laston	1781 x 7 x 0.08 x 2.4	2393.7 Ton

## 5.5 Analisa (Unit Price)

**Tabel 5.5 Analisa (Unit Price) Perkerasan Lentur Kabupaten Sampang**

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Koefisien	Biaya Satuan	Upah	Bahan	Peralatan	Jumlah
				( Rp. )	( Rp. )	( Rp. )	( Rp. )	
a	b	c	d	f	g	h	i	j
<b>A.</b>	<b>Pekerjaan Penyiapan Jalan</b>							
	Pembongkaran jalan lama	m <sup>2</sup>						
	Mandor Lapangan	O.H	0.00850	100,000.00	850.00			
	Pekerja	O.H	0.05950	46,200.00	2,748.90			
	Excavator	jam	0.02560	402,000.00			10,291.20	
	Dump Truck	jam	0.50430	363,787.50			183,458.04	
	Sewa Alat bantu	Set	0.24000	204,750.00			49,140.00	
					3,598.90		242,889.24	246,488.14
<b>B.</b>	<b>Pekerjaan Perkerasan</b>							
	1 Lapis Pondasi Bawah	m <sup>3</sup>						
	Mandor Lapangan	O.H	0.00850	100,000.00	850.00			
	Operator	O.H	0.0025	76,900.00	192.25			
	Sopir	O.H	0.0025	76,900.00	192.25			
	Pekerja	O.H	0.0595	46,200.00	2,748.90			
	Agregat Kelas B (Sirtu)	m <sup>3</sup>	0.7080	140,900.00		99,757.20		
	Sewa Alat bantu	Set	0.2400	204,750.00			49,140.00	
	Wheel Loader	jam	0.0085	485,300.00			4,125.05	
	Dump Truck	jam	0.50430	363,787.50			183,458.04	
	Motor Grader 100 HP	jam	0.0037	402,000.00			1,487.40	
	Tandem Roller	jam	0.0134	233,200.00			3,124.88	
	Water Tanker 3000-4500 L	jam	0.0141	234,600.00			3,307.86	
					3,983.40	99,757.20	244,643.23	348,383.83
2	Lapis Pondasi Atas	m <sup>3</sup>						
	Mandor Lapangan	O.H	0.0085	100,000.00	850.00			
	Operator Terampil	O.H	0.0025	76,900.00	192.25			
	Sopir	O.H	0.0025	76,900.00	192.25			
	Pekerja	O.H	0.0595	46,200.00	2,748.90			
	Agregat Kelas B (Batu pecah )	m <sup>3</sup>	0.7080	546,839.69		387,162.50		
	Sewa Alat bantu	Set	0.2400	204,750.00			49,140.00	
	Wheel Loader	jam	0.0085	485,300.00			4,125.05	
	Dump Truck	jam	0.6103	363,787.50			222,019.51	
	Motor Grader 100 HP	jam	0.0037	402,000.00			1,487.40	
	Tandem Roller	jam	0.0134	233,200.00			3,124.88	
	Water Tanker 3000-4500 L	jam	0.0141	234,600.00			3,307.86	
					3,983.40	387,162.50	283,204.70	674,350.60

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Koefisien	Biaya Satuan	Upah	Bahan	Peralatan	Jumlah
				( Rp. )	( Rp. )	( Rp. )	( Rp. )	
a	b	c	d	f	g	h	i	j
3	Lapis Permukaan							
	1) Lapis Pengikat	liter						
	- Mandor lapangan	O.H	0.0085	100,000.00	850.00			
	- Operator terampil	O.H	0.0025	76,900.00	192.25			
	- Pekerja	O.H	0.0595	46,200.00	2,748.90			
	- Aspal	kg	0.6790	13,450.00		9,132.55		
	- Kerosene	liter	0.027768	23,100.00		641.44		
	- Sewa alat bantu	set	0.2400	204,750.00			49,140.00	
	- Asphalt Distributor (Asphal Sprayer)	jam	2.0000	59,100.00			118,200.00	
					3,791.15	9,773.99	167,340.00	180,905.14
	2) Lapis Perekat	liter						
	- Mandor lapangan	O.H	0.0085	100,000.00	850.00			
	- Operator terampil	O.H	0.0025	76,900.00	192.25			

*Sumber : Harga Satuan Pokok Kegiatan Pemerintah Kab. Sampang Tahun 2016*

## 5.6 Rekapitulasi Biaya

**Tabel 5.6** Rencana Anggaran Biaya Perkerasan Lentur

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan ( Rp. )	Harga Pekerjaan ( Rp. )
a	b	c	d	e	f 116
1	<b>Pekerjaan Persiapan</b>				
	Pembongkaran jalan lama	m <sup>2</sup>	10,686.00	246,488.14	1,633,972,223.97
2	<b>Pekerjaan Perkerasan</b>				
	Lapisan Pondasi Bawah	m <sup>3</sup>	4,897.75	348,383.83	1,606,296,885.02
	Lapisan Pondasi Atas	m <sup>3</sup>	2,493.40	674,350.60	1,581,425,788.96
	Lapisan Perkerasan	m <sup>3</sup>	122.45	122,222.11	15,055,512.67

Dari perhitungan rencana anggaran biaya untuk pekerjaan perkerasan lentur pada ruas jalan Makboel – Polagan Kabupaten Sampang Jawa Timur sebesar Rp. 9,039,999,512.22 di bulatkan menjadi Rp. 9,040,000,000.00 termasuk keuntungan dan *overhead* 15% serta PPN 10%.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

## 6.1. Kesimpulan

Dari hasil data lapangan dan perhitungan perencanaan perkerasan lentur dan biayanya pada jalan Makboel – Polagan Kabupaten Sampang Provinsi Jawa Timur di peroleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Tebal perkerasan lentur dengan lebar jalan 7 meter menggunakan Lapis Aspal Beton (Laston) dan lapis pondasi dengan mutu kelas B pada Sta0+000 s/d Sta 1+781. Ketebalan tiap lapis adalah sebagai berikut :
  - Lapis Permukaan = 8 cm = 0,08 m
  - Lapis Pondasi Atas = 20 cm = 0,20 m
  - Lapis Pondasi Bawah = 25 cm = 0,25 m
2. Total biaya pekerjaan perkerasan lentur Rp. 9,040,000,00.00 (sepluh milyar sembilan ratus dua puluh lima juta rupiah) termasuk keuntungan dan *Overhead* 15% serta PPN 10%.

## 6.2. Saran

Adapun saran yang dapat penulis berikan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

- 1) Dalam menentukan tebal permukaan lapisan aspal sebaiknya menggunakan ketebalan yang sama, agar mempermudah pelaksanaan dilapangan. Apabila hasil perhitungan didapatkan hasil dengan bilangan pecah atau desimal, sebaiknya dibulatkan saja.
- 2) Saran untuk mahasiswa yang akan mengambil skripsi dengan tema perencanaan perkerasan lentur dengan metode binamarga, dalam proses



pengumpulan data sebaiknya harus lengkap dan jelas dari instansi yang membuat data tersebut, beserta dengan pengesahan dari instansi atau pemerintah. Agar tidak mengalami kesulitan dalam pengerjaan harus memiliki data - data sebagai berikut :

a.Data volume lalu lintas

Data volume lalu lintas jalan (LHR) yang akan ditinjau minimal tiga tahun terakhir, dapat diperoleh dari kantor Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga atau dapat di peroleh dari kantor Dinas Perhubungan.

b.Data CBR

Data CBR tanah dasar yang terbaru, dapat diperoleh dari kantor Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga.

c.Data Harga Satuan Bahan, Upah dan Peralatan

Data Harga Satuan Bahan, Upah dan Peralatan yang terbaru, dapat diperoleh dari kantor Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga.

d.Data Gambar Jalan

Data gambar jalan diperoleh dari kantor Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan dapat di peroleh dari konsultan yang merencanakan jalan yang akan ditinjau.

e. Data Curah Hujan

Data curah hujan minimal lima tahun terakhir yang diperoleh dari kantor Dinas Pekerjaan Umum Pengairan, bisa juga diperoleh dari kantor Badan Pusat Statistik dan kantor BMKG.

- 3) Saran untuk Kantor Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Kabupaten Sampang, sebaiknya harus melakukan survey lalu lintas harian rata-rata di tiap ruas-ruas jalan setiap tahunnya, agar dapat mengetahui pertumbuhan lalu lintas dari tahun ke tahun.
- 4) Saran untuk konsultan perencanaan yang melaksanakan proyek jalan, sebaiknya penentuan kelas jalan harus sesuai dengan beban lalu lintas yang melalui jalan tersebut, agar umur jalan sesuai dengan perencanaan.

# **SKRIPSI**

## **STUDI PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN PADA RUAS JALAN MAKBOEL – POLAGAN KABUPATEN SAMPANG, PROVINSI JAWA TIMUR**



**Disusun Oleh:**

**IKA SEPTIHANI SUNITASARI**

**13 21 077**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2017**



# LEMBAR PERSETUJUAN

## SKRIPSI

### STUDI PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN PADA RUAS JALAN MAKBOEL – POLAGAN KABUPATEN SAMPANG, PROVINSI JAWA TIMUR

*Disusun dan Diajukan sebagai Salah Satu Syarat*

*untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik S-1*

*Institut Teknologi Nasional Malang*

**Disusun Oleh:**

**IKA SEPTIHANI SUNITASARI**

**13.21.077**

**Disetujui Oleh:**

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT

Dosen Pembimbing II

Ir. Agus Prajitno, MT

Mengetahui:

Ketua Program Studi  
Teknik Sipil S-1 ITN Malang



Ir. A. Agus Santosa, MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1**

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2017**



**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**STUDI PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN  
PADA RUAS JALAN MAKBOEL – POLAGAN  
KABUPATEN SAMPANG, PROVINSI JAWA TIMUR**

*Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi Jenjang Setara Satu (S-1)*

*Pada Hari : Selasa*

*Tanggal : 20 Desember 2016*

*Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil (S-1)*

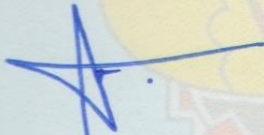
**Disusun Oleh:**

**IKA SEPTIHANI SUNITASARI**

**13.21.077**

**Disahkan Oleh :**

**Ketua**



**Ir. A. Agus Santosa, MT**

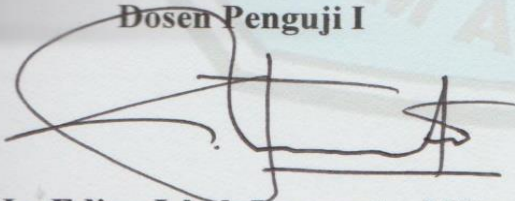
**Sekretaris**



**Ir. Munasih, MT**

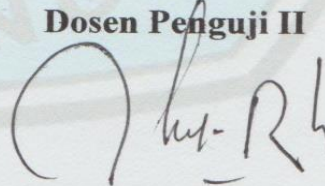
**Anggota Penguji :**

**Dosen Penguji I**



**Ir. Eding Iskak Imananto, MT**

**Dosen Penguji II**



**Drs. Kamidjo Rahardjo, ST. MT**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2017**





**PROGRAM STUDY TEKNIK SIPIL S-1**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**  
**MALANG**

---

**PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ika Septihani Sunitasari  
Nim : 13.21.077  
Program Studi : Teknik Sipil S-1  
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul :

**“STUDI PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN PADA RUAS JALAN  
MAKBOEL – POLAGAN KABUPATEN SAMPANG, PROVINSI JAWA  
TIMUR”**

Adalah benar-benar tulisan saya dan bukan merupakan plagiat serta mengutip atau menyadur seluruh karya orang lain kecuali disebut sumber aslinya.

Malang, Maret 2017

Yang membuat pernyataan



**IKA SEPTIHANI SUNITASARI**  
NIM. 1321077

## Daftar Pustaka

- Alamsyah, Alik Ansyori. 2006. *Rekayasa Jalan Raya*. Malang : UMM.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*. 2003
- Direktorat Jendral Bina Marga. *Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya*. 1970
- Hermiyanto Putra, Dedik. 2010. *Studi Perencanaan Perkerasan Lentur Dengan Metode Bina Marga dan Perkiraan Rencana Anggaran Biaya pada Pembangunan Jalan Sendang Biru – Jolo Sutro Di Provinsi Jawa Timur*. Malang : Skripsi Teknik Sipil ITN Malang
- Kementerian Pekerjaan Umum. *Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Bina Marga*. 2016
- SKBI (Standar Konstruksi Bangunan Indonesia), *petunjuk perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya dengan metode analisa komponen*. Departemen Pekerjaan Umum, Republik Indonesia, SKBI 2.3.26.1987, UDC.625.73(02)
- Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung : Nova
- Wafi, Mochammad Ali. 2008. *Studi Perbandingan Perencanaan Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku pada Proyek Jalan Suramadu untuk Jalan Baru*. Malang : Skripsi Teknik Sipil ITN Malang
- Sukirman, Silvia. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta : Granit